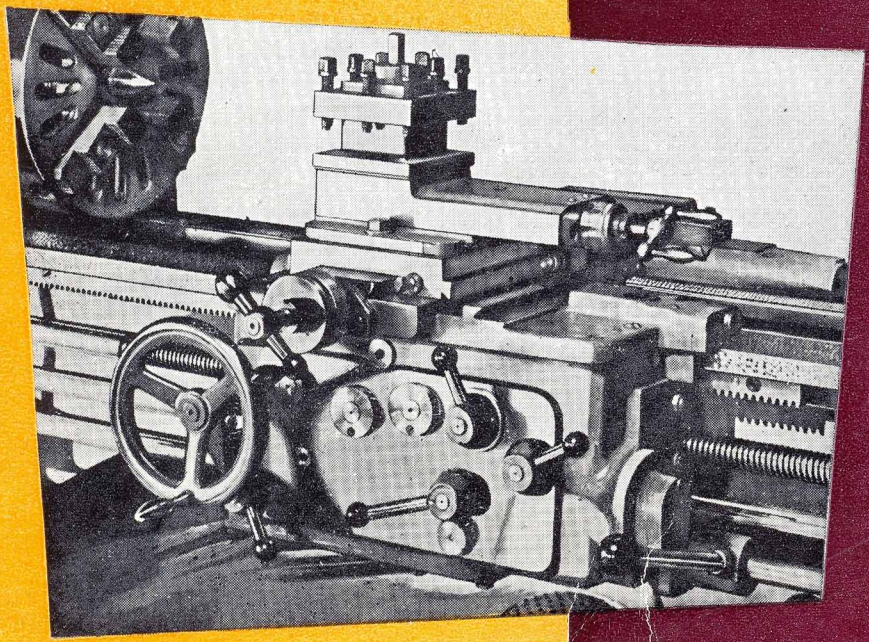
V. BARBU



Cartea STRUNGARULUI

EDITURA TEHNICĂ

Ing. VASILE BARBU

Cartea STRUNGARULUI

EDIŢIA A II-a

EDITURA TEHNICA
Bucureşti 1962

În carte sînt expuse principalele noțiuni necesare cunoașterii meseriei de strungar.

Sînt date noțiuni elementare de geometrie și trigonometrie, noțiuni de toleranțe și ajustaje cu tabelele respective, caracteristicile metalelor prelucrate pe strung, noțiuni despre măsurare și aparate de măsurat.

Este descris strungul și sînt indicate metodele de muncă pentru strunjirea exterioară, strunjirea interioară și filetarea. Un capitol special se ocupă de problemele economicității prelucrării pe strung.

Pentru buna înțelegere a expunerii, în text sînt intercalate numeroase exemple.

Cartea este destinată strungarilor din atelierele mecanice, scălării și ateliere de reparații, putînd să fie folosită și de cei care se califică în meseria de strungar.

Pentru orice observații, propuneri și sugestii, cititorii sînt rugați să se adreseze Editurii Tehnice, București, oficiul P.T.T.R. 45, str. Știrbei Vodă nr. 37.

PREFAȚĂ (LA EDIȚIA I)

La marile realizări ale industriei noastre socialiste și la importanta creștere a productivității muncii, industria construcțiilor de mașini a avut o contribuție dintre cele mai însemnate.

Pentru anii 1960—1965, Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. prevăd pentru industria construcțiilor de mașini, o creștere a producției de 2,2 ori față de 1959.

Creșterea producției se va realiza, în principal, prin mai buna folosire a suprafețelor productive existente și prin utilarea și reutilarea cu mașini și utilaje moderne. Totodată Directivele prevăd pentru industria construcțiilor de mașini, o creștere a productivității muncii cu 75—80%. Pentru o creștere atît de importantă a productivității muncii, se prevede, printre altele, ridicarea calificării cadrelor din uzinele constructoare de mașini.

Mărirea productivității muncii în uzinele constructoare de mașini este condiționată și de exploatarea rațională a mașinilor-unelte. De aceea, toți muncitorii care lucrează la mașini-unelte trebuie să descopere rezervele interne existente la locul lor de muncă și să folosească toate posibilitățile pentru perfecționarea metodelor de muncă, pentru ridicarea nivelului lor profesional.

Strungul este cea mai răspîndită mașină-unealtă și strungarii ocupă un loc de frunte în toate atelierele mecanice.

Pentru a face față sarcinilor care le revin, strungarii trebuie să-și împrospăteze și să-și lărgească mereu cunoștințele. Îndeosebi ei trebuie să aibă următoarele cunoștințe de specialitate:

— să cunoască bine strungul, toate ansamblurile, subansamblurile și piesele componente, să știe care este rostul fiecărei piese și modul de funcționare a fiecărui ansamblu;

— să cunoască și să respecte instrucțiunile de exploatare a mașinii la care lucrează, să poată constata și înlătura defectele de funcționare, să regleze corect strungul și să folosească just dispozitivele;

— *să cunoască caracteristicile materialelor prelucrate, să ştie să-şi aleagă sculele penru prelucrarea necesară şi cum trebuie ascuţite sculele respective;*

— *să cunoască bine calculele în legătură cu prelucrările pe strung, să citească desenele tehnice, să descifreze fişele tehnologice, să cunoască succesiunea optimă a prelucrărilor, metodele cele mai potrivite de control, folosirea corectă a aparatelor şi instrumentelor de măsurat;*

— *să cunoască măsurile de tehnica securităţii muncii la prelucrarea pe strung, metodele de prevenire a rebuturilor, organizarea corectă a locului de muncă;*

— *să ştie să îmbine metodele de muncă cele mai productive cu procedeele cele mai economice.*

Autorul acestei cărţi s-a străduit să ajute pe strungari la asimilarea cunoştinţelor enumerate, în limitele unei cărţi de volum restrîns şi a unei expuneri accesibile strungarilor de toate categoriile.

AUTORUL

București, octombrie 1960

I.

NOȚIUNI GENERALE

GEOMETRIE ȘI TRIGONOMETRIE

C e r c u l. La strunjire se confecționează, de obicei, piese cu forma unor corpuri de rotație sau de revoluție, adică piese cu secțiunea circulară.

Linia curbă închisă care are toate punctele egal depărtate de un punct interior se numește *cerc* (fig. 1). Acest punct O se află la mijloc și se numește *centrul cercului*. Distanța r de la centru pînă la cerc se numește *rază*.

Dreapta h care unește două puncte de pe cerc se numește *coardă*. Coarda d care trece prin centru este egală cu două raze și se numește *diametru*.

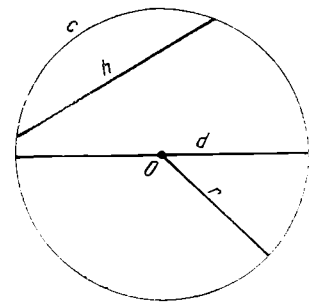


Fig. 1. Cerc.

Porțiunea de cerc c pe care o subîntinde coarda se numește *arc*. La două cercuri egale (care au razele egale), la coarde egale corespund arce egale, și invers, la arce egale corespund coarde egale. Pe desenele tehnice diametrul se notează cu semnul $\varnothing$.

Circumferința (lungimea) cercului este de 3,14 ori mai mare decît diametrul. Raportul dintre circumferință și diametru este constant pentru orice cerc, adică nu se schimbă de la cerc la cerc. Valoarea mai exactă a acestui raport este 3,141 592 65. El se notează cu litera grecească π (pi).

Cunoașterea circumferinței este necesară, de exemplu, la calcularea vitezei de așchiere.

Notînd cu L lungimea cercului și cu d diametrul lui, se poate scrie

$$L = \pi \cdot d,$$

În practica strungarului este necesară și cunoașterea suprafeței cercului, de exemplu la calcularea volumului pieselor cilindrice, conice etc., în vederea determinării greutății acestora.

Notînd cu S suprafața cercului se poate scrie

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{2}.$$

U n g h i u l. Două semidrepte care pornesc din același punct în direcții diferite formează un unghi (fig. 2). Cele două semidrepte S se numesc laturile unghiului, iar capătul lor comun C se numește vîrful unghiului.

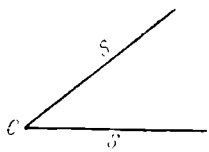


Fig. 2. Unghi ascuțit.

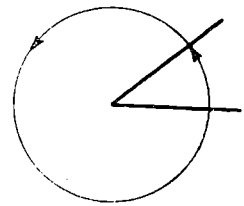


Fig.3. Generarea unui cerc.

Prin rotirea unei semidrepte în jurul vîrfului acesteia se obțin unghiuri de diferite mărimi. Rotind o semidreaptă pînă cînd aceasta revine în poziția inițială se constată că fiecare punct al ei va descrie cîte un cerc (fig. 3). La un moment dat semidreapta în rotire cade tocmai în prelungirea poziției inițiale. În această situație se obțin un semicerc (fig. 4).

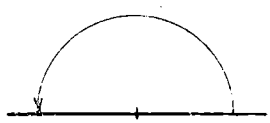


Fig. 4. Semicerc.

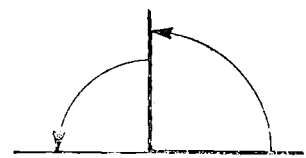


Fig. 5. Unghi drept.

U n g h i u l d r e p t. Dacă dintr-un punct oarecare al unei drepte se duce o semidreaptă, aceasta determină cu dreapta dată două unghiuri. În cazul că cele două unghiuri sînt egale, fiecare din ele se numește unghi drept (fig. 5).

D r e p t e p e r p e n d i c u l a r e. Două drepte sînt perpendiculare cînd formează între ele unghiuri drepte. Raza unui cerc dusă perpendicular pe diametrul unui semicerc îl împarte în două părți egale, iar unghiurile formate sînt unghiuri drepte și egale.

U n g h i a s c u ț i t. Unghiul mai mic decît unghiul drept se numește unghi ascuțit.

Unghi obtuz. Unghiul mai mare decît unghiul drept, dar mai mic decît două unghiuri drepte se numeşte unghi obtuz (fig. 6).

Măsurarea unghiului. Unitatea de măsură obişnuită pentru unghiuri se obţine împărţind întregul unghi din jurul unui punct în 360 de unghiuri egale; unul oarecare dintre aceste unghiuri egale constituie unitatea de măsură pentru unghiuri şi se numeşte *unghiul de un grad* (1°).

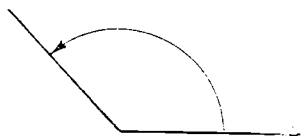


Fig. 6. Unghi obtuz.

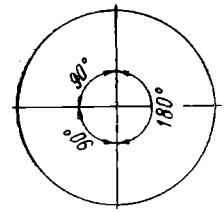


Fig. 7. Diametre perpendiculare.

Unghiul de un grad este egal cu arcul de cerc de un grad şi deci este egal cu a 360-a parte din circumferinţa cercului. A 60-a parte a unui arc de un grad şi deci a unui unghi de un grad se numeşte *un minut* (1′), iar a 60-a parte dintr-un minut se numeşte *o secundă* (1″).

Diametrul împarte cercul în două semicercuri, împărţind şi unghiul complet în două unghiuri de cîte 180°. Două diametre perpendiculare împart cercul în patru părţi egale, împărţind şi unghiul total în patru unghiuri drepte, adică în unghiuri de 90° (fig. 7).

Funcţiile trigonometrice. La strunjirea suprafeţelor conice şi a filetelor trebuie cunoscute funcţiunile trigonometrice şi modul lor de utilizare.

Dacă dintr-un punct oarecare de pe o latură a unui unghi ascuţit se coboară o perpendiculară pe cealaltă latură se formează un *triunghi dreptunghi.*

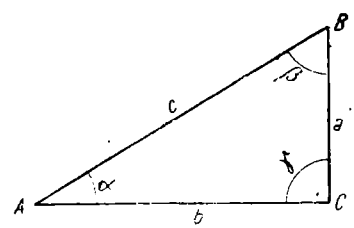


Fig. 8. Triunghi dreptunghi.

Pe desen se notează vîrfurile unghiului cu litere mari (*A, B, C*), iar unghiurile respective cu litere greceşti (α-alfa, β-beta, γ-gamma). Pentru notarea laturilor se folosesc litere mici (*a, b, c*), şi anume latura opusă unui vîrf (unghi) cu litera corespunzătoare acestuia (fig. 8).

Cele două laturi care formează unghiuri drept se numesc *catete*, iar a treia latură se numeşte *ipotenuză*. Rapoartele dintre laturile triunghiului dreptunghi definesc *funcţiile trigonometrice*. Astfel:

$$\frac{\text{cateta opusă unghiului } \alpha}{\text{ipotenuza}} = \frac{a}{c} = \text{sinus}\,\alpha\ (\sin\alpha);$$

$$\frac{\text{cateta alăturată unghiului } \alpha}{\text{ipotenuza}} = \frac{b}{c} = \text{cosinus}\ \alpha\ (\cos\alpha);$$

$$\frac{\text{cateta opusă unghiului } \alpha}{\text{cateta alăturată unghiului } \alpha} = \frac{a}{b} = \text{tangenta}\ \alpha\ (\text{tg}\,\alpha);$$

$$\frac{\text{cateta alăturată unghiului } \alpha}{\text{cateta opusă unghiului } \alpha} = \frac{b}{a} = \text{cotangenta}\ \alpha\ (\text{ctg}\,\alpha);$$

Deoarece ipotenuza este întotdeauna mai mare decît catetele, valorile sinusului şi cosinusului sînt mai mici decît unitatea.

Valoarea tangentei sau a cotangentei poate fi mai mare sau mai mică decît unitatea.

În mod similar se definesc şi funcţiile trigonometrice ale unghiului β. Valorile funcţiilor trigonometrice ale unghiurilor de la 0—90° sînt date în tabela 1. În tabelă se găsesc valorile funcţiunilor trigonometrice ale unui unghi dat şi invers, dacă este dată valoarea funcţiei trigonometrice, se poate găsi mărimea unghiului corespunzător.

În tabelă sînt date în afară de valorile unghiurilor în grade întregi şi valorile pentru unghiurile din 10 în 10′. Cu ajutorul cîtorva exemple se indică modul de utilizare a tabelei.

Exemple: 1. Să se găsească sinusurile unghiurilor de 30° şi de 30°20′.

În prima parte a tabelei, în a doua coloană din stînga, sînt date unghiurile în grade întregi de la 0—44°.

Alături, în cele şapte coloane, conform rubricilor de sus, găsim sinusul unghiurilor din 10 în 10′.

La întretăierea rîndului orizontal de 30° cu coloane de 0′ găsim valoarea de 0,5000. Astfel sin 30° = 0,5000.

Valoarea sinusului de 30°20′ se găseşte la întretăierea rîndului orizontal de 30° cu coloana de 20′ şi este de 0,5050 Astfel sin 30°20′=0,5050.

2. Să se găsească cosinusul de 30° şi de 30°40′.

Se foloseşte partea a doua a tabelei urmărind coloana penultimă. La întretăierea rîndului orizontal de 30° cu coloana de 0′ (de jos) se găseşte valoarea de 0,8660. Astfel cos 30° = 0,8660.

Cosinus 30°40′ se găseşte la întretăierea rîndului orizontal de 30° cu coloana de 40′ (de jos). Valoarea găsită este 0,8601. Astfel cos 30°40′ = 0,8601.

3. Să se găsească sinusul de 61°40′. În cazul acesta se foloseşte partea a doua a tabelei. La întretăierea rîndului orizontal de 61° cu coloana de 40′ se găseşte valoarea 0,8802. Deci sin 61°40′=0,8802.

sin 0 — 45°

Diferența medie pentru 1′	Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade	Diferența medie pentru 1′
2,9	0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89	2,9
2,9	1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88	2,9
2,9	2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0436	0,0465	0,0494	0,0523	87	2,9
2,9	3	0,0523	0,0552	0,0581	0,0610	0,0640	0,0669	0,0698	86	2,9
2,9	4	0,0698	0,0727	0,0756	0,0785	0,0814	0,0843	0,0872	85	2,9
2,9	5	0,0872	0,0901	0,0929	0,0958	0,0987	0,1016	0,1045	84	2,9
2,9	6	0,1045	0,1074	0,1103	0,1132	0,1161	0,1190	0,1219	83	2,9
2,9	7	0,1219	0,1248	0,1276	0,1305	0,1334	0,1363	0,1392	82	2,9
2,9	8	0,1392	0,1421	0,1449	0,1478	0,1507	0,1536	0,1564	81	2,9
2,9	9	0,1564	0,1593	0,1622	0,1650	0,1679	0,1708	0,1736	80	2,9
2,9	10	0,1736	0,1765	0,1794	0,1822	0,1851	0,1880	0,1908	79	2,9
2,8	11	0,1908	0,1937	0,1965	0,1994	0,2022	0,2051	0,2079	78	2,8
2,8	12	0,2079	0,2108	0,2136	0,2164	0,2193	0,2221	0,2250	77	2,8
2,8	13	0,2250	0,2278	0,2306	0,2334	0,2368	0,2391	0,2419	76	2,8
2,8	14	0,2419	0,2447	0,2476	0,2504	0,2532	0,2560	0,2588	75	2,8
2,8	15	0,2588	0,2616	0,2644	0,2672	0,2700	0,2728	0,2756	74	2,8
2,8	16	0,2756	0,2784	0,2812	0,2840	0,2868	0,2896	0,2924	73	2,8
2,8	17	0,2924	0,2952	0,2979	0,3007	0,3035	0,3062	0,3090	72	2,8
2,8	18	0,3090	0,3118	0,3145	0,3173	0,3201	0,3228	0,3256	71	2,8
2,7	19	0,3256	0,3283	0,3311	0,3338	0,3365	0,3393	0,3420	70	2,7
2,7	20	0,3420	0,3448	0,3475	0,3502	0,3529	0,3557	0,3584	69	2,7
2,7	21	0,3584	0,3611	0,3638	0,3665	0,3692	0,3719	0,3746	68	2,7
2,7	22	0,3746	0,3773	0,3800	0,3827	0,3854	0,3881	0,3907	67	2,7
2,7	23	0,3907	0,3934	0,3961	0,3987	0,4014	0,4041	0,4067	66	2,7
2,7	24	0,4067	0,4094	0,4120	0,4147	0,4173	0,4200	0,4226	65	2,7
2,6	25	0,4226	0,4253	0,4279	0,4305	0,4331	0,4358	0,4384	64	2,6
2,6	26	0,4384	0,4410	0,4436	0,4462	0,4488	0,4514	0,4540	63	2,6
2,6	27	0,4540	0,4566	0,4592	0,4617	0,4643	0,4669	0,4695	62	2,6
2,5	28	0,4695	0,4720	0,4746	0,4772	0,4797	0,4823	0,4848	61	2,5
2,5	29	0,4848	0,4874	0,4899	0,4924	0,4950	0,4975	0,5000	60	2,5
2,5	30	0,5000	0,5025	0,5050	0,5075	0,5100	0,5125	0,5150	59	2,5
2,5	31	0,5150	0,5175	0,5200	0,5225	0,5250	0,5275	0,5299	58	2,5
2,4	32	0,5299	0,5324	0,5348	0,5373	0,5398	0,5422	0,5446	57	2,4
2,4	33	0,5446	0,5471	0,5495	0,5519	0,5544	0,5568	0,5592	56	2,4
2,4	34	0,5592	0,5616	0,5640	0,5664	0,5688	0,5712	0,5736	55	2,4
2,4	35	0,5736	0,5760	0,5783	0,5807	0,5831	0,5854	0,5878	54	2,4
2,3	36	0,5878	0,5901	0,5925	0,5948	0,5972	0,5995	0,6018	53	2,3
2,3	37	0,6018	0,6041	0,6065	0,6088	0,6111	0,6134	0,6157	52	2,3
2,3	38	0,6157	0,6180	0,6202	0,6225	0,6248	0,6271	0,6293	51	2,3
2,2	39	0,6293	0,6316	0,6338	0,6361	0,6383	0,6406	0,6428	50	2,2
2,2	40	0,6428	0,6450	0,6472	0,6494	0,6517	0,6539	0,6561	49	2,2
2,2	41	0,6561	0,6583	0,6604	0,6626	0,6648	0,6670	0,6691	48	2,2
2,1	42	0,6691	0,6713	0,6734	0,6756	0,6777	0,6799	0,6820	47	2,1
2,1	43	0,6820	0,6841	0,6862	0,6884	0,6905	0,6926	0,6947	46	2,1
2,1	44	0,6947	0,6967	0,6988	0,7009	0,7030	0,7050	0,7071	45	2,1
		60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grade	Diferența medie pentru 1′

cos 45 — 90°

sin 45 — 90°

Diferența medie pentru 1'	Grade	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	Grade	Diferența medie pentru 1'
2,0	45	0,7071	0,7092	0,7112	0,7133	0,7153	0,7173	0,7193	44	2,0
2,0	46	0,7193	0,7214	0,7234	0,7254	0,7274	0,7294	0,7314	43	2,0
1,9	47	0,7314	0,7333	0,7353	0,7373	0,7392	0,7412	0,7431	42	1,9
1,9	48	0,7431	0,7451	0,7470	0,7490	0,7509	0,7528	0,7547	41	1,9
1,9	49	0,7547	0,7566	0,7585	0,7604	0,7623	0,7642	0,7660	40	1,9
1,8	50	0,7660	0,7679	0,7698	0,7716	0,7735	0,7753	0,7771	39	1,8
1,8	51	0,7771	0,7790	0,7808	0,7826	0,7844	0,7862	0,7880	38	1,8
1,8	52	0,7880	0,7898	0,7916	0,7934	0,7951	0,7969	0,7986	37	1,8
1,7	53	0,7986	0,8004	0,8021	0,8039	0,8056	0,8073	0,8090	36	1,7
1,7	54	0,8090	0,8107	0,8124	0,8141	0,8158	0,8175	0,8192	35	1,7
1,6	55	0,8192	0,8208	0,8225	0,8241	0,8258	0,8274	0,8290	34	1,6
1,6	56	0,8290	0,8307	0,8323	0,8339	0,8355	0,8371	0,8387	33	1,6
1,5	57	0,8387	0,8403	0,8418	0,8434	0,8450	0,8465	0,8480	32	1,5
1,5	58	0,8480	0,8496	0,8511	0,8526	0,8542	0,8557	0,8572	31	1,5
1,5	59	0,8572	0,8587	0,8601	0,8616	0,8631	0,8646	0,8660	30	1,5
1,4	60	0,8660	0,8675	0,8689	0,8704	0,8718	0,8732	0,8746	29	1,4
1,4	61	0,8746	0,8760	0,8774	0,8788	0,8802	0,8816	0,8829	28	1,4
1,3	62	0,8829	0,8843	0,8857	0,8870	0,8884	0,8897	0,8910	27	1,3
1,3	63	0,8910	0,8923	0,8936	0,8949	0,8962	0,8975	0,8988	26	1,3
1,2	64	0,8988	0,9001	0,9013	0,9026	0,9038	0,9051	0,9063	25	1,2
1,2	65	0,9063	0,9075	0,9088	0,9100	0,9112	0,9124	0,9135	24	1,2
1,2	66	0,9135	0,9147	0,9159	0,9171	0,9182	0,9194	0,9205	23	1,2
1,1	67	0,9205	0,9216	0,9228	0,9239	0,9250	0,9261	0,9272	22	1,1
1,1	68	0,9272	0,9283	0,9293	0,9304	0,9315	0,9325	0,9336	21	1,1
1,0	69	0,9336	0,9346	0,9356	0,9367	0,9377	0,9387	0,9397	20	1,0
1,0	70	0,9397	0,9407	0,9417	0,9426	0,9436	0,9446	0,9455	19	1,0
0,9	71	0,9455	0,9465	0,9474	0,9483	0,9492	0,9502	0,9511	18	0,9
0,9	72	0,9511	0,9520	0,9528	0,9537	0,9546	0,9555	0,9563	17	0,9
0,8	73	0,9563	0,9572	0,9580	0,9588	0,9596	0,9605	0,9613	16	0,8
0,8	74	0,9613	0,9621	0,9628	0,9636	0,9644	0,9652	0,9659	15	0,8
0,7	75	0,9659	0,9667	0,9674	0,9681	0,9689	0,9696	0,9703	14	0,7
0,7	76	0,9703	0,9710	0,9717	0,9724	0,9730	0,9737	0,9744	13	0,7
0,6	77	0,9744	0,9750	0,9757	0,9763	0,9769	0,9775	0,9781	12	0,6
0,6	78	0,9781	0,9787	0,9793	0,9799	0,9805	0,9811	0,9816	11	0,6
0,5	79	0,9816	0,9822	0,9827	0,9833	0,9838	0,9843	0,9848	10	0,5
0,5	80	0,9848	0,9853	0,9858	0,9863	0,9868	0,9872	0,9877	9	0,5
0,4	81	0,9877	0,9881	0,9886	0,9890	0,9894	0,9899	0,9903	8	0,4
0,4	82	0,9903	0,9907	0,9911	0,9914	0,9918	0,9922	0,9925	7	0,4
0,3	83	0,9925	0,9929	0,9932	0,9936	0,9939	0,9942	0,9945	6	0,3
0,3	84	0,9945	0,9948	0,9951	0,9954	0,9957	9,9959	0,9962	5	0,3
0,2	85	0,9962	0,9964	0,9967	0,9969	0,9971	0,9974	0,9976	4	0,2
0,2	86	0,9976	0,9978	0,9980	0,9981	0,9983	0,9985	0,9986	3	0,2
0,1	87	0,9986	0,9988	0,9989	0,9990	0,9992	0,9993	6,9994	2	0,1
0,1	88	0,9994	0,9995	0,9996	0,9997	0,9997	0,9998	0,9995	1	0,1
0,03	89	0,99985	0,99989	0,99993	0,99996	0,99998	0,99999	0,0000	0	0,03
		60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grade	Diferența medie pentru 1'

cos 0 — 45°

Tabela 1 (continuare)

tg 0 — 45°

Diferența medie pentru 1'	Grade	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	Grade	Diferența medie pentru 1'
2,9	0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89	2,9
2,9	1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88	2,9
2,9	2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0437	0,0466	0,0495	0,0524	87	2,9
2,9	3	0,0524	0,0553	0,0582	0,0612	0,0641	0,0670	0,0699	86	2,9
2,9	4	0,0699	0,0729	0,0758	0,0787	0,0816	0,0846	0,0875	85	2,9
2,9	5	0,0875	0,0904	0,0934	0,0963	0,0992	0,1022	0,1051	84	2,9
2,9	6	0,1051	0,1080	0,1110	0,1139	0,1169	0,1198	0,1228	83	2,9
3,0	7	0,1228	0,1257	0,1287	0,1317	0,1346	0,1376	0,1405	82	3,0
3,0	8	0,1405	0,1435	0,1465	0,1495	0,1524	0,1554	0,1584	81	3,0
3,0	9	0,1584	0,1614	0,1644	0,1673	0,1703	0,1733	0,1763	80	3,0
3,0	10	0,1763	0,1793	0,1823	0,1853	0,1883	0,1914	0,1944	79	3,0
3,0	11	0,1944	0,1974	0,2004	0,2035	0,2065	0,2095	0,2126	78	3,0
3,1	12	0,2126	0,2156	0,2186	0,2217	0,2247	0,2278	0,2309	77	3,1
3,1	13	0,2309	0,2339	0,2370	0,2401	0,2432	0,2462	0,2493	76	3,1
3,1	14	0,2493	0,2524	0,2555	0,2586	0,2617	0,2648	0,2679	75	3,1
3,1	15	0,2679	0,2711	0,2742	0,2773	0,2805	0,2836	0,2867	74	3,1
3,2	16	0,2867	0,2899	0,2931	0,2962	0,2994	0,3026	0,3057	73	3,2
3,2	17	0,3057	0,3089	0,3121	0,3153	0,3185	0,3217	0,3249	72	3,2
3,2	18	0,3249	0,3281	0,3314	0,3346	0,3378	0,3411	0,3443	71	3,2
3,3	19	0,3443	0,3476	0,3508	0,3541	0,3574	0,3607	0,3640	70	3,3
3,3	20	0,3640	0,3673	0,3706	0,3739	0,3772	0,3805	0,3839	69	3,3
3,4	21	0,3839	0,3872	0,3906	0,3939	0,3973	0,4006	0,4040	68	3,4
3,4	22	0,4040	0,4074	0,4108	0,4142	0,4176	0,4210	0,4245	67	3,4
3,5	23	0,4245	0,4279	0,4314	0,4348	0,4383	0,4417	0,4452	66	3,5
3,5	24	0,4452	0,4487	0,4522	0,4557	0,4592	0,4628	0,4663	65	3,5
3,6	25	0,4663	0,4699	0,4734	0,4770	0,4806	0,4841	0,4877	64	3,6
3,6	26	0,4877	0,4913	0,4950	0,4986	0,5022	0,5059	0,5095	63	3,6
3,7	27	0,5095	0,5132	0,5169	0,5206	0,5243	0,5280	0,5317	62	3,7
3,8	28	0,5317	0,5354	0,5392	0,5430	0,5467	0,5505	0,5543	61	3,8
3,9	29	0,5543	0,5581	0,5619	0,5658	0,5696	0,5735	0,5774	60	3,9
3,9	30	0,5774	0,5812	0,5851	0,5890	0,5930	0,5969	0,6009	59	3,9
4,0	31	0,6009	0,6048	0,6088	0,6128	0,6168	0,6208	0,6249	58	4,0
4,1	32	0,6249	0,6289	0,6330	0,6371	0,6412	0,6453	0,6494	57	4,1
4,2	33	0,6494	0,6536	0,6577	0,6619	0,6661	0,6703	0,6745	56	4,2
4,3	34	0,6745	0,6787	0,6830	0,6873	0,6916	0,6959	0,7002	55	4,3
4,4	35	0,7002	0,7046	0,7089	0,7133	0,7177	0,7221	0,7265	54	4,4
4,5	36	0,7265	0,7310	0,7355	0,7400	0,7445	0,7490	0,7536	53	4,5
4,6	37	0,7536	0,7581	0,7627	0,7673	0,7720	0,7766	0,7813	52	4,6
4,7	38	0,7813	0,7860	0,7907	0,7954	0,8002	0,8050	0,8098	51	4,7
4,9	39	0,8098	0,8146	0,8195	0,8243	0,8292	0,8342	0,8391	50	4,9
5,0	40	0,8391	0,8441	0,8491	0,8541	0,8591	0,8642	0,8693	49	5,0
5,2	41	0,8693	0,8744	0,8796	0,8847	0,8899	0,8952	0,9004	48	5,2
5,4	42	0,9004	0,9057	0,9110	0,9163	0,9217	0,9271	0,9325	47	5,4
5,5	43	0,9325	0,9380	0,9435	0,9490	0,9545	0,9601	0,9657	46	5,5
5,7	44	0,9657	0,9713	0,9770	0,9827	0,9884	0,9942	1,0000	45	5,7
		60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grade	Diferența medie pentru 1'

ctg 45 —90°

tg 45 — 90°

Diferența medie pentru 1′	Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade	Diferența medie pentru 1′
5,9	45	1,0000	1,0058	0,0117	0,0176	0,0235	0,0295	0,0355	44	5,9
6,2	46	1,0355	1,0416	1,0477	1,0538	1,0599	1,0661	1,0724	43	6,2
6,4	47	1,0724	1,0786	1,0850	1,0913	1,0977	1,1041	1,1106	42	6,4
6,6	48	1,1106	1,1171	1,1237	1,1303	1,1369	1,1436	1,1504	41	6,6
6,9	49	1,1504	1,1572	1,1640	1,1708	1,1778	1,1847	1,1918	40	6,9
7,2	50	1,1918	1,1988	1,2059	1,2131	1,2203	1,2276	1,2349	39	7,2
7,5	51	1,2349	1,2423	1,2497	1,2572	1,2647	1,2723	1,2799	38	7,5
7,9	52	1,2799	1,2876	1,2954	1,3032	1,3111	1,3190	1,3270	37	7,9
8,2	53	1,3270	1,3351	1,3432	1,3514	1,3597	1,3680	1,3764	36	8,2
8,6	54	1,3764	1,3848	1,3934	1,4019	1,4106	1,4193	1,4281	35	8,6
9,1	55	1,4281	1,4370	1,4460	1,4550	1,4641	1,4733	1,4826	34	9,1
9,6	56	1,4826	1,4919	1,5013	1,5108	1,5204	1,5301	1,5399	33	9,6
10,1	57	1,5399	1,5497	1,5597	1,5697	1,5798	1,5900	1,6003	32	10,1
10,7	58	1,6003	1,6107	1,6213	1,6318	1,6426	1,6534	1,6643	31	10,7
11,3	59	1,6643	1,6753	1,6864	1,6977	1,7090	1,7205	1,7321	30	11,3
12,0	60	1,7321	1,7438	1,7556	1,7675	1,7796	1,7917	1,8041	29	12,0
12,8	61	1,8041	1,8165	1,8291	1,8418	1,8546	1,8676	1,8807	28	12,8
13,7	62	1,8807	1,8940	1,9074	1,9210	1,9347	1,9486	1,9626	27	13,7
14,7	63	1,9626	1,9768	1,9912	2,0057	2,0204	2,0353	2,0503	26	14,7
15,7	64	2,0503	2,0655	2,0809	2,0965	2,1123	2,1283	2,1445	25	15,7
16,9	65	2,1445	2,1609	2,1775	2,1943	2,2113	2,2286	2,2460	24	16,9
18,3	66	2,2460	2,2637	2,2817	2,2998	2,3183	2,3369	2,3559	23	18,9
19,9	67	2,3559	2,3750	2,3945	2,4142	2,4342	2,4545	2,4751	22	19,3
21,6	68	2,4751	2,4960	2,5172	2,5387	2,5605	2,5826	2,6051	21	21,6
23,7	69	2,6051	2,6279	2,6511	2,6746	2,6985	2,7228	2,7475	20	23,7
26,1	70	2,7475	2,7725	2,7980	2,8239	2,8502	2,8770	2,9042	19	26,1
28,9	71	2,9042	2,9319	2,9600	2,9887	3,0178	3,0475	3,0777	18	28,9
32,2	72	3,0777	3,1084	3,1397	3,1716	3,2041	3,2371	3,2709	17	32,2
36,1	73	3,2709	3,3052	3,3492	3,3759	3,4124	3,4495	3,4874	16	36,1
40,8	74	3,4874	3,5261	3,5656	3,6059	3,6470	3,6891	3,7321	15	40,8
46,5	75	3,7321	3,7760	3,8208	3,8667	3,9136	3,9617	4,0108	14	46,5
53,5	76	4,0108	4,0611	4,1126	4,1653	4,2193	4,2747	4,3315	13	53,5
62,1	77	4,3315	4,3897	4,4494	4,5107	4,5736	4,6383	4,7046	12	62,1
73,3	78	4,7046	4,7729	4,8430	4,9152	4,9894	5,0658	5,1446	11	73,3
87,8	79	5,1446	5,2257	5,3093	5,3955	5,4845	5,5764	5,6713	10	87,8
107,1	80	5,6713	5,7694	5,8708	5,9758	6,0844	6,1970	6,3138	9	107,1
133,6	81	6,3138	6,4348	6,5606	6,6912	6,8269	6,9682	7,1154	8	133,6
171,5	82	7,1154	7,2687	7,4287	7,5958	7,7704	7,9530	8,1444	7	171,5
228,3	83	8,1444	8,3450	8,5556	8,7769	9,0098	9,2553	9,5144	6	228,3
*	84	9,5144	9,7882	10,0780	10,3854	10,7119	11,0591	11,4301	5	*
	85	11,4301	11,8262	12,2505	12,7062	13,1969	13,7267	14,3007	4	
	86	14,3007	14,9244	15,6048	16,3499	17,1693	18,0750	19,0811	3	
	87	19,0811	20,2056	21,4704	22,9038	24,5418	26,4316	28,6363	2	
	88	28,6363	31,2416	34,3778	38,1885	42,9641	49,1039	57,2900	1	
	89	57,2900	68,7501	85,9398	114,5887	171,885	343,774	∞	0	
		60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′		

ctg 0 — 45°

Observație. În apropierea de 90 și 0° diferențele la 1′ trebuie calculate pentru fiecare caz în parte.

4. Să se caute cosinusul de 61°40′. Se folosește prima parte a tabelei. La intretăierea rîndului orizontal de 61° (urmărind coloana penultimă) cu coloana de 40′ (de jos) se găsește valoarea 0,4746. Deci cos 61°40′=0,4746.

La căutarea valorilor tangentei și cotangentei se procedează în mod similar. Tangentele unghiurilor de la 0—44°60′ se găsesc în tabela 1 la pag. 11. Gradele se caută în coloana din stînga.

Tangentele unghiurilor de la 45—89°60′ se găsesc în tabela 1 la pag. 12 (gradele se caută în coloana din stînga).

Cotangentele pentru unghiurile de la 0 la 40°60′ este dată în tabela 1 la pag. 12. Gradele se caută în coloana din dreapta.

Cotangentele pentru unghiurile de la 45—89°60′ se găsesc în tabela 1 la pag. 11. Gradele se caută în coloana din dreapta.

Pe marginea tabelelor într-o coloană separată este dată diferența medie a funcțiunilor trigonometrice pentru un minut (1′). Această diferență se adaugă sau se scade din valoarea funcției trigonometrice din tabelă.

Exemple: 1. Care este valoarea sin 20°14′? Se caută în tabelă sinusul de 20°10′ și se găsește că sin 20°10′ = 0,3448.

Diferența pentru un minut este 2,7×0,0001.

$$\sin 4' = 4\times2{,}7\times0{,}0001 = 0{,}00108\cdot$$

$$\sin 20°14' = 0{,}3448+0{,}00108=0{,}34588 \text{ sau aproximativ } 0{,}3459.$$

2. Care este valoarea cos 75°48′? Se caută în tabelă valoarea cos 75°40′.

$$\cos 75°40' = 0{,}2476.$$

Diferența la 1′=2,8×0,0001.
Mergînd de la 75 spre 76° valoarea cosinului scade; valoarea corespunzătoare pentru 8′ trebuie deci scăzută din valoarea funcției pentru 75°40′.

— 8×2,8×0,0001 este aproximativ 0,0022

$$\cos 75°48' = 0{,}2454.$$

În cazul cînd sînt date valorile funcțiilor trigonometrice și trebuie să se afle unghiurile corespunzătoare se folosește aceeași tabelă. Procedeul este invers celui arătat anterior.

Calculul suprafețelor conice. În construcția de mașini se utilizează numeroase piese de mașini cu suprafața conică. Aceste piese se prelucrează în mare parte la strung. Conul este un corp geometric, care are ca bază un cerc (cercul de bază) și o suprafață laterală curbă care se termină într-un vîrf. Această suprafață este cămașa conului. Linia dreaptă care leagă vîrful cu centrul cercului de bază este axa conului. Axa poate fi oblică sau perpendiculară pe bază. În primul caz conul este oblic, iar în al doilea caz drept.

Conul drept se formează prin rotirea unui triunghi dreptunghic ABC (fig. 9, *a*) în jurul catetei AB. Suprafaţa laterală descrisă de ipotenuza AC în timpul rotirii este cămaşa conului. Linia AC este linia generatoare sau *generatoarea conului.*

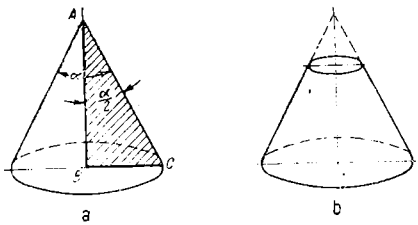


Fig. 9. Con drept şi tronconi.

Unghiul cuprins între două generatoare din acelaşi plan trecînd prin axa conului este *unghiul conului* α. Unghiul cuprins între axa conului şi una din generatoare este *unghiul de înclinare* a conului $\frac{\alpha}{2}$.

Tăind conul cu un plan paralel cu baza, se obţin două corpuri. Partea aflată deasupra planului de secţiune este un con similar cu cel original, de care diferă numai ca mărime. Partea inferioară este un *tronson* sau un *trunchi de con*. Cercul tăiat de planul de secţiune este *baza mică* a trunchiului de con (fig. 9, *b*).

În desen se indică elementele caracteristice ale conului: conicitatea, înălţimea conului, diametrul cercului de bază, iar la trunchiul de con diametrul bazei mici. Conicitatea se notează pe axă, aşa cum se vede în fig. 10. De exemplu, dacă notăm conicitatea cu 1:20, înseamnă că la o lungime de 20 mm diametrul conului creşte sau scade cu 1 mm. Raportul conicităţii este $1 : k$. Dacă notăm diametrul cercului bazei mari cu D, cel al bazei mici cu d, iar înălţimea trunchiului de con cu l, există următoarea relaţie:

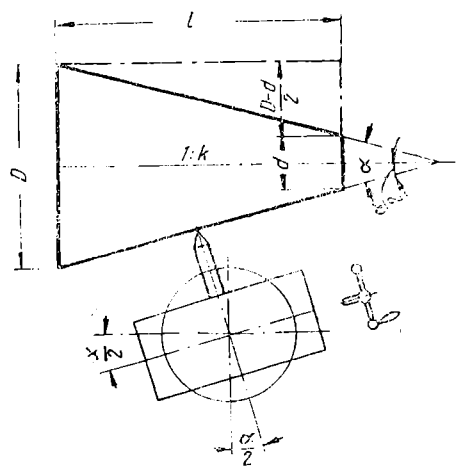


Fig. 10. Elemente de calcul pentru conicitate.

$$\frac{1}{k} = \frac{D - d}{l}.$$

Din această relație rezultă că:

$$D = \frac{l}{k} + d;$$

$$d = D - \frac{l}{k};$$

$$l = k(D - d).$$

Conicitatea va fi:

$$k = \frac{l}{D - d}.$$

Exemple: 1. Lungimea roții conice a unui ambreiaj cu fricțiune este l=80 mm, conicitatea 1 : 5, diametrul cercului bazei mici d=220 mm. Să se afle diametrul cercului bazei mari.

$$D = \frac{l}{k} + d = \frac{80}{5} + 220 = 236 \text{ mm}.$$

2. Diametrul cercului de bază al boltului unui cap de cruce D=65 mm, lungimea părții conice l=36 mm, conicitatea 1 : 6. Să se afle diametrul cercului bazei mici.

$$d = D - \frac{l}{k} = 65 - \frac{36}{6} = 59 \text{ mm}.$$

3. Diametrul de bază al cuzinetului principal conic, reglabil al unui strung D= 125 mm, diametrul cercului bazei mici d=110 mm, conicitatea 1 : 10. Să se afle lungimea cuzinetului.

$$l = k(D - d) = 10(125 - 110) = 150 \text{ mm}$$

4. Diametrul exterior al bazei mari a pinolei conice a păpușii mobile D=31,267 mm, diametrul interior (cercul bazei mici) d=26,5 mm, lungimea conului l=92 mm. Să se afle conicitatea

$$k = \frac{l}{D - d} = \frac{92}{31{,}267 - 26{,}5} = 19{,}254 \text{ mm},$$

sau scrisă altfel:

1 : k=1 : 19,254 (Aceasta este conicitatea conului Morse nr. 4).

Conicitatea se poate exprima și în procente și se notează cu p.

$$p = 100\frac{D - d}{l} = \frac{100}{k}.$$

La lucrările efectuate pe strung, adesea trebuie potrivit suportul port-cuțit după unghiul de înclinare $\frac{\alpha}{2}$ (v. fig. 10). Acest unghi se poate calcula ușor cu ajutorul tangentei. După cum

s-a arătat, tangenta nu este altceva decît raportul dintre cateta opusă şi cea alăturată unghiului într-un triunghi dreptunghi (fig. 11). Din figură se deduce că raportul triunghiurilor parţiale este constant:

$$\frac{5}{20} \quad \frac{10}{40} = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} = 0{,}25 \quad \operatorname{tg}\alpha.$$

Dacă $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}25$, atunci unghiul $\alpha = 14°2'$.

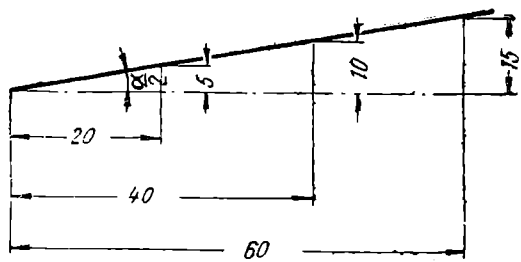


Fig. 11. Unghi de înclinare.

Se observă la trunchiul de con că semidiferenţa diametrelor $\frac{D-d}{2}$ este egală cu cateta opusă unghiului. Lungimea conului l este cateta alăturată unghiului. Unghiul de înclinare al conului este $\frac{\alpha}{2}$, iar tangenta acestui unghi va fi

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2} : l = \frac{D-d}{2l}.$$

Exemplu: Cu ajutorul exemplului 4 s-a calculat conicitatea unui con Morse. Să se afle cu ajutorul dimensiunilor date tangenta unghiului de înclinare şi valoarea în grade a acestui unghi.

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2l} = \frac{31{,}267-26{,}5}{2 \cdot 92} = 0{,}05194 \text{ şi}$$

$$\frac{\alpha}{2} \approx 1°28' \text{ (mai exact } 1°28'\ 19'').$$

Piesele conice utilizate în industria constructoare de maşini sînt foarte răspîndite. În tabela 2 sînt date cîteva conicităţi de uz general şi special.

Tabela 2 **Conicități folosite în industria constructoare de mașini**

Conicitatea $1:k$	Conicitatea p %	Unghiul conului α	Unghiul de înclinație $\frac{\alpha}{2}$	Notația	Exemple de aplicație
1:200	0,50	0°17'13"	0° 8'37"	1:200	Știfturi conice
1:100	1	0°34'23"	0°17'12"	1:100	
1:50	2	1°8'45"	0°34'23"	1:50	
1:30	3,333	1°54'35"	0°57'18"	1:30	
1:20	5	2°51'52"	1°25'56"	1:20	Conuri metrice de scule
1:16	6,25	3°34'48"	1°47'24"	1:16	Piese de instalații
1:15	6,67	3°49'6"	1°54'33"	1:15	Biele pentru locomotive
1:12	8,33	4°46'20"	2°23'10"	1:12	Rulmenți cu bile și cu role
1:10	10	5°43'29"	2°51'45"	1:10	Bolțuri de cuplare, bucșe reglabile de lagăre, conuri de asamblare
1:8	12,5	7°9'10"	3°34'35"	1:8	Piese de tractoare, colectoare pentru mașini electrice
1:7	14,29	8°7'57"	4°3'58"	1:7	
1:5	20	11°25'16"	5°42'38"	1:5	Pivoți, ambreiaje cu frecare
1:3,429	29,19	16°35'40"	8°17'50"	7:24	Capete de axe la mașinile de frezat
1:3	33,33	18°55'29"	9°27'44"	1:3	Idem de rectificat
1:1,866	53,6	30°	15°	1:866	Șuruburi cu gît conic înecat
1:1,5	66,67	36°52'12"	18°26'6"	1:1,5	Îmbinări de țevi cu etanșeitate conică
1:0,866	115	60°	30°	60°	Conuri de etanșare pentru piese de legătură la țevi
1:0,5	200	90°	45°	90°	Con de supapă, vîrfuri de strung
1:0,289	346	120°	60°	120°	Adîncire conică pentru centrare

Transmisie prin curea simplă. La transmisia prin curea, mişcarea *roţii conducătoare* se transmite la *roata condusă* cu ajutorul curelei (fig. 12).

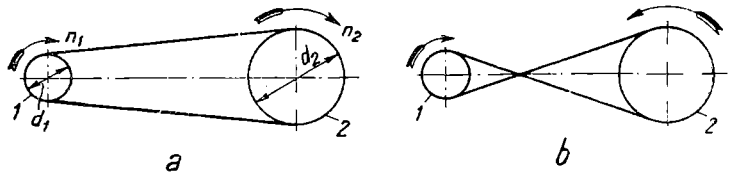


Fig. 12. Transmisie cu curea:
a — deschisă; *b* — încrucişată.

Drumul parcurs de un punct al curelei, cînd roata conducătoare face o rotaţie, este egal cu lungimea circumferinţei roţii. Circumferinţa este egală cu πd_1, în care d_1 este diametrul roţii. Dacă turaţia roţii conducătoare 1 este n_1 (rot/min), drumul parcurs va fi de $n_1 \cdot \pi \cdot d_1$. Cureaua parcurge un drum de aceeaşi lungime pe roata condusă. Dacă diametrul roţii conduse este d_2, turaţia ei n_2 va fi determinată de relaţia

$$n_1 \pi d_1 = n_2 \pi d_2.$$

Prin simplificarea relaţiei cu π se obţine formula transmiterii prin cureaua simplă

$$n_1 d_1 = n_2 d_2.$$

Din această relaţie rezultă raportul de transmitere

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}.$$

Cu ajutorul acestei relaţii se poate calcula fie diametrul necunoscut, fie turaţia necunoscută

$$n_1 = \frac{n_2 d_2}{d_1}; \quad n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2}; \quad d_1 = \frac{n_2 d_2}{n_1}; \quad d_2 = \frac{n_1 d_1}{n_2}.$$

La transmisia simplă prin curea, se deosebeşte transmisia *deschisă*, cînd roata condusă are acelaşi sens de rotaţie cu roata conducătoare, şi transmisie *încrucişată*, cînd cele două roţi au sensuri de rotaţie diferite (contrare).

Roţile dinţate şi transmisia prin roţi dinţate. La transmisia prin roţi dinţate, transmiterea mişcării se face prin dinţii execu-

tați pe circumferința roții. Notațiile din fig. 13 au sensul următor:

D_p este diametrul cercului primitiv;
D_e — diametrul cercului exterior;
h — înălțimea dintelui;
a — capul dintelui (egal cu m);
b — piciorul dintelui (egal cu 1,1—1,2 m);
p — pasul dinților măsurat pe cercul primitiv;
z — numărul dinților;
s — grosimea dintelui;
l — intervalul dintre dinți;
m — modulul, număr care înmulțit cu π dă pasul dinților. Modulul reprezintă raportul dintre circumferința cercului primitiv și numărul de dinți.

Circumferința cercului primitiv este $D_p \cdot \pi$. Circumferința cercului primitiv se obține și în cazul cînd se înmulțește pasul dinților cu numărul de dinți, adică $z \cdot p$, astfel

$$D_p \pi = z \cdot p.$$

Din această formulă se poate calcula diametrul cercului primitiv.

$$D_p = z \frac{p}{\pi}$$

Raportul $\frac{p}{\pi}$ este *modulul*,

$$\frac{p}{\pi} = m \text{ și } p = \pi \cdot m.$$

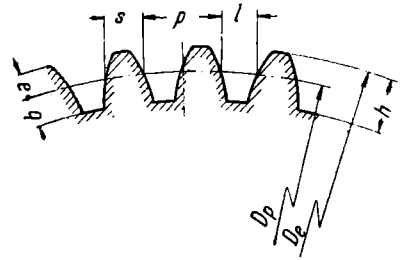


Fig. 13. Dimensiunile principale ale dinților.

Din cele relatate rezultă că diametrul cercului primitiv este

$$D_p = z \cdot m$$

Înălțimea dintelui este egală cu înălțimea capului plus înălțimea piciorului

$$h = a + b.$$

Întrucît $a = m$, diametrul cercului exterior este

$$D_e = D_p + 2m.$$

La roţile existente, cunoscînd diametrul cercului exterior şi numărul dinţilor, se poate calcula modulul

$$m = \frac{D_e}{z+2}.$$

Angrenaj simplu de roţi dinţate. La antrenarea axelor paralele se utilizează *roţi dinţate cilindrice*, iar axele încrucişate se angrenează prin *roţi dinţate conice*. La angrenarea axelor care formează un unghi de 90° între ele, dar care nu se întretaie, se folosesc roţi *elicoidale*.

La angrenajul simplu de roţi dinţate se folosesc următoarele notaţii (fig. 14).

i este raportul de transmitere;
z_1 — numărul de dinţi ai roţii conducătoare;
z_2 — numărul de dinţi ai roţii conduse;
n_1 — turaţia roţii conducătoare, în rot/min;
n_2 — turaţia roţii conduse, în rot/min.

Raportul de transmitere $i = \frac{n_1}{z_1} = \frac{z_2}{z_1}$, din care rezultă că

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2$$

La angrenarea cu roţi dinţate simple sensul de rotire al celor două roţi este contrar.

Dacă este nevoie de o rotire în acelaşi sens, se intercalează o roată dinţată intermediară a (fig. 15).

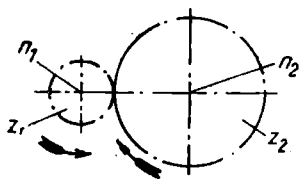


Fig. 14. Acţionare simplă cu roţi dinţate.

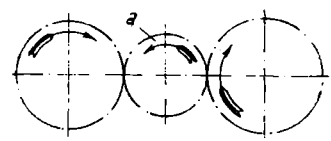


Fig. 15. Acţionare cu roată dinţată intermediară.

Dacă din cauza distanţei mari dintre axe roţile dinţate nu se pot cupla, se utilizează, de asemenea, o roată dinţată intermediară. Două roţi dinţate care lucrează împreună formează un angrenaj.

Angrenaj dublu de roți dințate. Din motive constructive raportul de transmitere al unei perechi de roți dințate nu poate fi oricît de mare. De exemplu, la o transmisie de încetinire valoarea uzuală este de $\frac{1}{2} \cdots \frac{1}{6}$. Dacă este nevoie de un raport de transmitere mai mare, se folosește angrenajul dublu (fig. 16). Caracteristic angrenajului dublu este faptul că roata condusă a primei perechi de roți este montată pe un ax comun cu roata conducătoare a celeilalte perechi de roți, ele avînd aceeași turație.

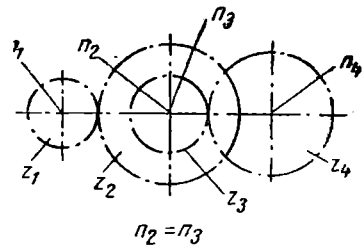


Fig. 16. Acționare cu perechi de roți dințate.

Numărul de dinți ai roții conducătoare ai primei perechi de roți dințate se notează cu z_1 și turația ei cu n_1, iar la roata condusă cu z_2, respectiv n_2. La perechea a doua de roți dințate se fac notații corespunzătoare cu n_3 și z_3, respectiv cu n_4 și z_4.

La prima pereche de roți dințate $\frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1}$; $n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2}$.

La a doua pereche de roți dințate $\frac{z_3}{z_4} = \frac{n_4}{n_3}$; $n_3 = \frac{n_4 \cdot z_4}{z_3}$.

Conform celor arătate anterior, turația roții conduse a primei perechi este identică cu turația roții conducătoare a celei de-a doua perechi

$$n_2 = n_3,$$

de unde rezultă că

$$n_4 = n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}$$

sau grupate altfel

$$n_1 \cdot z_1 \cdot z_3 = n_4 \cdot z_2 \cdot z_4.$$

Astfel valoarea turației roții conducătoare înmulțită cu numărul de dinți ai roților conducătoare este egală cu valoarea turației ultimei roți conduse înmulțită cu numărul de dinți ai roților conduse. Raportul de transmitere va fi

$$i = \frac{n_4}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}.$$

Exemplu: Numărul de dinți ai roților conducătoare $z_1=20$ și $z_3=30$. Turația roții conducătoare este de 27 rot/min. Numărul de dinți ai roților conduse este $z_2=40$ și $z_4=45$. Care este raportul de transmitere și turația roții conduse z_4?

$$i = \frac{z_1}{z_2}\,\frac{z_3}{z_4} = \frac{20}{40}\,\frac{30}{45} = \frac{1}{2}\,\frac{2}{3} = \frac{1}{3},$$

$$n_4 = n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2}\,\frac{z_3}{z_4} = 27 \times \frac{20}{40}\,\frac{30}{45} = 27 \times \frac{1}{3} = 9.$$

deci

$$i = \frac{1}{3} \text{ și } n_4 = 9 \text{ rot/min.}$$

II.

MATERIALE FOLOSITE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

Materiale prelucrate pe strung, materiale metalice, fierul și aliajele lui, metale neferoase. Cea mai mare parte a pieselor de mașini este executată din metale, și majoritatea lor covîrșitoare din aliajele fierului (din oțel sau din fontă). O altă grupă a metalelor folosite în industrie o formează metalele neferoase. Metalele în general sînt produse din minereuri în cuptoare la temperaturi înalte.

Primul produs brut obținut din minereul de fier este fonta brută (fonta de furnal), care însă nu se folosește în această formă la fabricarea pieselor de mașini. Fonta din care se toarnă piesele se elaborează în cubilouri din fonta de furnal amestecată cu deșeuri de fontă.

Oțelul se obține din fontă brută, prin diferite procedee. La baza elaborării oțelului stă arderea unei cantități de carbon din fonta lichidă și eliminarea impurităților dăunătoare calității oțelului. Oțelul astfel obținut se toarnă în lingouri, care apoi trec la laminor, unde din lingou se laminează profile de diferite dimensiuni (țagle, bare, șine de cale ferată și alte profile).

Elementele de aliere ale oțelului. La elaborarea *oțelurilor speciale* se folosesc diverse elemente de aliere, ca mangan (Mn), nichel (Ni), crom (Cr), vanadiu (V), siliciu (Si) și wolfram (W).

Calitatea oțelului este influențată în primul rînd de conținutul lui de carbon (C). Sulful (S) și fosforul (P) influențează negativ asupra calității oțelului.

Metalele neferoase pot fi grupate în metale grele (cuprul, plumbul, cositorul, cromul, nichelul, vanadiul, manganul, zincul, mercurul etc.), metale ușoare (aluminiul, magneziul etc.), metale prețioase și metale rare.

Sub denumirea de metale neferoase se înțeleg și aliajele obținute prin combinarea metalelor neferoase.

Aliajele principale ale cuprului sînt bronzul (un aliaj de cupru şi cositor) şi alama (un aliaj de cupru şi zinc).

Cuprul pur şi alama se utilizează mai mult în stare laminată, bronzul se utilizează în formă turnată.

Aluminiul pur şi unele dintre aliajele lui se pot lamina, altele se utilizează în formă turnată.

Încercarea materialelor. Proprietăţile materialelor folosite în industrie sînt exprimate prin anumite caracteristici care se determină prin încercări. Aceste încercări se limitează la determinarea caracteristicilor celor mai importante, care sînt următoarele:

Caracteristici de utilizare: rezistenţa de rupere la tracţiune, alungirea, limita de curgere, rezistenţele la compresiune, la încovoiere, la torsiune, la forfecare, duritatea, rezistenţa la uzură.

Caracteristici de prelucrare: prelucrabilitatea, plasticitatea, stabilitatea dimensiunilor, fluiditatea, forjabilitatea, sudabilitatea, călibilitatea.

Încercări rapide. Identificarea rapidă a caracteristicilor metalelor în industrie se realizează prin următoarele încercări rapide: încercarea la tracţiune, încercarea de duritate, încercarea la scînteie.

În afară de acestea se mai determină încă, cu încercări tehnologice simple, cum se comportă materialul în timpul fabricaţiei.

Încercarea la tracţiune (STAS 200-52). O epruvetă (fig. 17), confecţionată din metalul de încercat, este supusă la tracţiune, fiind fixată la capete între fălcile unei maşini speciale.

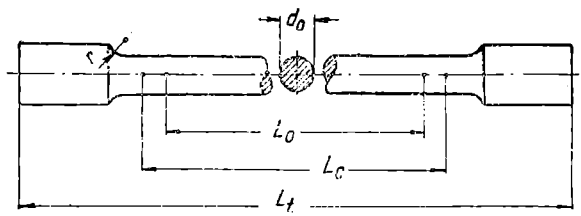


Fig. 17. Epruvetă:
d_0 — diametrul iniţial; L_0 — lungimea iniţială între repere; L_c — lungimea calibrată; L_t — lungimea totală.

Dacă se împarte forţa de rupere la secţiunea epruvetei, se obţine rezistenţa de rupere la tracţiune a materialului. Această rezistenţă se notează de obicei cu simbolul σ_r.

Exemplu: Diametrul epruvetei este de 20 mm, secțiunea este de 314 mm^2. Ruperea s-a produs la o încărcare de 13 200 kgf. Să se afle rezistența de rupere.

$$\sigma_r = 13\,200 : 314 = 42 \text{ kgf/mm}^2.$$

În timpul încercării, epruveta se lungește. Lungirea totală, pînă se produce ruperea, raportată la lungimea inițială a epruvetei se numește alungire specifică la rupere sau, pe scurt, alungire. Ea se exprimă în procente. Dacă în exemplul de mai înainte lungimea inițială a epruvetei a fost de 200 mm, lungirea a fost de 40 mm, atunci alungirea este $\delta = \frac{40}{200} \times 100 = 20\%$.

Încercarea la duritate. Încercarea la duritate constă în apăsarea, cu o forță determinată, a unui corp de mare duritate pe suprafața piesei de încercat. Corpul cu care se apasă poate fi o piramidă sau un con de diamant sau o bilă de oțel. Cu cît piesa încercată este mai moale, cu atît mai adînc va pătrunde corpul dur. După diametrul amprentei sau adîncimea acesteia, se pot trage concluzii asupra durității materialului încercat.

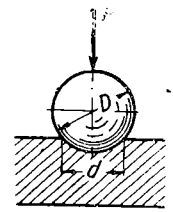


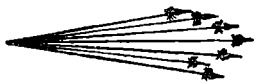
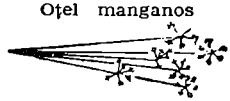
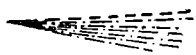
Fig. 18. Încercare la duritate.

O metodă răspîndită pentru determinarea durității este metoda Brinell, la care se folosesc bile de oțel de diferite dimensiuni (fig. 18), iar forța de apăsare P variază în funcție de dimensiunea bilelor D. În funcție de relația care există între forța de apăsare, diametrul amprentei d și diametrul bilei, au fost întocmite tabele din care se citește valoarea durității materialului.

Între duritatea materialului și rezistența acestuia la rupere există o anumită relație. Astfel, din valoarea obținută la încercarea la duritate se poate estima (cu anumite îngrădiri) și rezistența de rupere la tracțiune.

Cu ajutorul încercării la scînteie se poate deosebi cu ușurință oțelul rapid de oțelul carbon. Oțelul carbon dă la polizor un fascicul dens de scîntei de culoare deschisă. Elementele de aliere, avînd temperatura de topire mai ridicată, dau scîntei de o culoare roșie, mai închisă. Fasciculul de scîntei este mai scurt, și capetele razelor au forma de picătură (tabela 3). Încercarea trebuie efectuată într-un loc pe cît posibil de întunecos. Este recomandabil ca materialul de încercat să fie comparat cu scînteia altui material

Tabela 3. **Caracteristicile fasciculelor de scîntei**

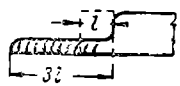
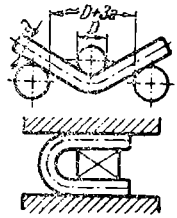
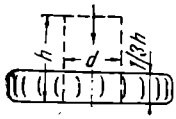
Calitatea materialului încercat	Descrierea fasciculului de scîntei		Culoarea fasciculului
Oțel cu conținut redus de carbon : < 0,15% C	Scîntei lungi în formă de lance, traiectorii netede, mai închise în apropierea pietrei și mai luminoase la vîrf	Cu creșterea conținutului de carbon, fasciculul devine mai des, florile sînt mai numeroase, dar lungimea traiectoriilor este mai redusă	Galbenă închisă pînă la galbenă
Oțel cu conținut mediu de carbon : 0,15—1% C 	Fasciculul mai des, la vîrf se formează flori		Galbenă pînă la galbenă deschisă
Oțel cu conținut ridicat de carbon : > 1% C	Fasciculul des de scîntei, flori numeroase		Galbenă deschisă
Oțel manganos 	Lungimea traiectoriilor este potrivită scînteile fiind mai fine, avînd la capete numeroase flori		Galbenă deschisă
Oțel siliciu	Traiectorii lungi, caracteristice pentru conținutul de carbon cu formarea unor flori sclipitoare		Galbenă deschisă
Oțel crom-nichel	Seamănă cu fasciculele de scîntei ale oțelurilor carbon, formarea florilor fiind mai puțin numeroasă		Galbenă portocalie
Oțel rapid cu conținut de wolfram 	Se formează traiectorii scurte, întrerupte, avînd la terminație flori rotunde. La un conținut mai ridicat de carbon se formează flori mai numeroase		La un conținut mai ridicat de wolfram are culoarea roșie închisă, la un conținut mai redus de wolfram are culoarea roșie cărămizie
Aliaje dure	Fasciculul mai scurt cu traiectorii netede		De la galbenă portocalie închisă, pînă la roșie închisă
Fonta cenușie	Traiectorii numeroase, scurte, formarea unor flori mărunte		Galbenă roșiatică

de compoziție chimică cunoscută (etalon). Este necesar ca pe suprafața pietrei de polizor să se apese probele cu aceeași forță, iar între două încercări să se cureţe suprafaţa pietrei.

Pentru încercarea la scînteie se folosesc pietre de polizor cu o granulație de 36—60 şi cu o duritate mijlocie. Viteza periferică a pietrei va fi de 30—35 m/s.

Încercări tehnologice. Comportarea metalelor în exploatare şi la prelucrare se poate verifica cu ajutorul unor încercări tehnologice simple (tabela 4).

Tabela 4. **Încercări tehnologice simple**

Încercarea la întindere 	Epruveta se întinde prin forjare la o lungime de trei ori mai mare (conform figurii alăturate). Nu este admisă apariția unor crăpături pe suprafața laterală	Încercare la îndoire 	Epruveta este îndoită între două role de sprijin cu un dorn. Îndoirea este continuată pînă la un unghi de 180° (cele două brațe devin paralele) Pe suprafața exterioară, solicitată la întindere, nu trebuie să apară crăpături
Încercarea la refulare 	Epruveta este refulată la cald la a treia parte a înălțimii inițiale. Nu este admisă apariția unor crăpături pe suprafața laterală		

Formarea crăpăturilor după încercări se poate constata prin următoarea metodă: eprubeta întinsă, refulată, sau îndoită se introduce în ulei mineral încălzit la 100—180°C, după care suprafața se curăță de ulei. Pe suprafața bine ştearsă se aşterne un strat de praf de cretă. Uleiul infiltrat în crăpături apare pe suprafața cretei sub forma unei dungi de culoare închisă.

Caracteristicile principalelor materiale prelucrate la strung. Tabela 5 cuprinde materialele cele mai importante, prelucrate pe strung, caracteristicile acestora şi domeniul de utilizare.

Tabela 5. **Caracteristicile**

STAS	Simbolul materialului	Denumirea materialului	Calităţile caracteristice
		Fonte turnate în piese	
368-52	Fc 15	Fontă normală	Se pretează bine la turnare, are proprietăţi mecanice slabe, se poate aşchia bine
	Fc 18		Proprietăţi mecanice satisfăcătoare. Se pretează bine la turnare
	Fc 24	Fontă superioară	Proprietăţi mecanice bune. Proprietăţi de turnare moderate
		Oţeluri	
		a) *Oţel turnat în piese*	
600-57	OT 45	Oţel carbon turnat în piese	Oţel tenace, se poate aşchia bine, se poate forja şi suda în bune condiţii, călibil
	OT 55		Mai rezistent decît calitatea OT 45, se poate îmbunătăţi, călibil, se sudează greu, însuşiri de aşchiere bune
		b) *Oţel carbon obişnuit*	
500-49	OL 34	Oţel carbon obişnuit	Se poate aşchia, suda, forja în bune condiţii, material tenace, în stare rece se poate îndoi şi trefila, se poate cementa
	OL 38		Se poate aşchia şi forja bine, se poate suda, tenace, se poate îndoi şi trefila la rece
	OL 42		Se poate aşchia şi forja bine, foarte tenace, se poate îndoi şi prelucra la rece, se poate suda electric sau cu gaze
	OL 60		Se poate aşchia bine, are însuşirile de forjare mai reduse, călibil, se poate îmbunătăţi, se sudează greu, se poate fileta foarte curat

principalelor materiale prelucrate la strung

Destinația	Elemente de aliere	Rezistența de rupere kgf/mm²	Alte caracteristici
	Carbon. %		Duritatea Brinell
Organe de mașini cu solicitări reduse	3,0—3,6	15	163—229
Pentru organe de mașini cu grosimea sub 20 mm. În limita rezistenței pentru organe de mașini moderat solicitate	2,9—3,5	18	170—229
Pentru organe de mașini cu grosimea sub 40 mm, cu solicitări superioare (cilindri, pistoane)	2,8—3,4	24	170—241
			Alungirea minimă
Pentru organe de mașini cu rezistență mai mare decît a fontelor	0,15—0,25	45	δ_5=18%
Pentru organe de mașini cu solicitare mijlocie	0.25—0,35	55	δ_5=12%
Pentru organe de mașini solicitate alternativ sau supuse șocurilor	0,07—0,15	34—42	δ_{10}=26%
Pentru organe de mașini cu solicitări alternative sau supuse șocurilor; pentru solicitări reduse	0,12—0,22	38—47	δ_{10}=21%
Pentru solicitări mijlocii axe, biele; pentru solicitări cu șocuri sau alternative	0,18—0.27	42—52	δ_{10}=19%
Pentru șuruburi, bolțuri, pene; la solicitări medii; pentru scule mai simple, călite; pentru roți dințate sau șuruburi melc	0,38—0,50	60—70	δ_{10}=14%

STAS	Simbolul materialului	Denumirea materialului	Calităţile caracteristice
		c) *Oţel carbon de calitate*	
880-49	OLC 10 OLC 16	Oţel carbon pentru cementare	Se forjează, este dificil la aşchierea de finisare, se sudează bine, se poate cementa, este tenace, dar nu rezistă bine la frecare
	OLC 35 OLC 45	Oţel carbon pentru îmbunătăţire	Se forjează bine, după normalizare se aşchiază bine, se sudează greu sau aproape deloc, rezistent la frecare, este puţin tenace
		d) *Oţel aliat pentru cementare*	
872-49	13 C 04 15 C 07	Oţel crom	Se forjează şi se aşchiază Se forjează greu
872-49	16 MC 10 20 MC 13	Oţel crom-mangan	Se forjează şi se sudează, are calitate mediocră de aşchiere
792-49	15 MoC 12 20 MoC 12	Oţel crom-molibden	Se forjează, sudează, se aşchiază
793-53	13 CN 25	Oţel crom-nichel	Se aşchiază bine } Se forjează; se sudează greu
	13 CN 35	Oţel crom-nichel	Se aşchiază greu } Se forjează; se sudează greu
	13 CN 45	Oţel crom-nichel	Se aşchiază greu } Se forjează; se sudează greu
		e) *Oţel inoxidabil şi anticorozio*	
3583-56	13 C 130	Oţel inoxidabil şi anticoroziv	Rezistă la solicitările mari şi la şocuri, în medii corozive
	13 NC 185 X	„	Rezistă acţiunii acizilor puternici, se sudează. este călibil

Tabela 5 (continuare)

Destinația	Elemente de aliere	Rezistența de rupere kgf/mm²	Alte caracteristici
	Carbon, %		Alungirea minimă
La solicitări reduse sau miljocii; pentru bolțuri, axe sau roți dințate	0,06—0,13 0.11—0,18	38 42	δ_{10}=25% δ_{10}=23%
La organe de mașini cu solicitări mijlocii; axe, bolțuri, roți dințate; pentru șuruburi de transmiterea mișcării	0,30—0,40 0,40—0,50	50—60 60—70	δ_{10}=19% δ_{10}=16%
		după călire	Duritatea Brinell
Pentru solicitări medii; pentru organe de mașini de dimensiuni mijlocii	0,10—0,16 0,12—0,18	55—70 70—90	170 187
Pentru solicitări medii; pentru organe de mașini de dimensiuni mijlocii și mari	0,14—0,19 0,18—0,23	85—110 110—145	207 217
Pentru solicitări mari pentru organe de mașini de dimensiuni mijlocii	0,12—0,17 0,18—0,23	85—110 110—145	207 217
Pentru solicitări mari; pentru organe de mașini de dimensiuni mijlocii și mari	0,09—0,18	80—100 90—110 120—140	200 220 240
	max.		Duritatea Brinell
Pentru organe de mașini care lucrează în aburi sau în alt mediu coroziv; ventile, paletele turbinelor, piese de carburator. articole de menaj	0,15	50—60	140—170
In industria alimentară, pentru schimbătoare de căldură, mașini din industria chimică, conducte	0,15	60—75	140—175

STAS	Simbolul materialului	Denumirea	Calităţile caracteristice
		Metale neferoase	
		a) *Alame turnate în piese*	
199-49	Am XT 2	Alamă specială pentru turnătorie	Se aşchiază bine are însuşirile bune la fricţiune
	Am XT 3		Idem, rezistă şi la acţiuni chimice slabe (apă de mare)
	Am XT 5	Alamă specială pentru turnătorie	Are rezistenţa mare, se toarnă în bune condiţii
		b) *Alame laminabile*	
95-59	Am 58	Alamă 58	Se forjează şi se aşchiază bine, se trefilează la rece, se pretează prin strunjire la automate
	Am X 1	Alamă specială trasă	Se aşchiază, se forjează şi se trefilează bine
	Am X 4	Alamă specială trasă	Se aşchiază bine, se presează la cald
		c) *Bronz cu staniu, turnat în piese*	
197-55	Bz 14 T	Bronz pentru turnătorie 14	
	Bz 9 ZnT	Bronz pentru turnătorie CuZn 9	
	Bz 6 ZnT	Bronz pentru turnătorie CuZn 6	
		d) *Bronz de aluminiu, turnat în piese*	
198-49	Bz Al 9 T	Bronz de aluminiu pentru turnătorie	Se toarnă bine, are bune caracteristice mecanice, rezistent la corozlune, are proprietăţile la frecare mai reduse decît bronzul cu staniu; conţine 9% aluminiu

Tabela 5 (continuare)

Destinație	Elemente de aliere	Rezistența de rupere kgf/mm²	Alte caracteristici
	Cupru, %		
Pentru bucșe și lagăre	57—60	35—25	80—70 **HB** 5/500/20 δ_5=8...10%
Pentru solicitări mari, piulițe, șuruburi, armături	54—60	40—35	90—80 **HB** 5/500/20 δ_5=10...15%
Pentru organe de mașini puternic solicitate la presiuni superficiale mari; pentru șuruburi, piulițe, roți melcate	64—68	55—50	150—120 **HB** 5/500/20 δ_5=5...7%
Pentru șuruburi, piesele de instrumente	58	37	
Pentru solicitări mari, la care Am 58 nu mai corespunde, pentru piese trase și forjate	56—60	34	
Pentru scaune de ventile, bolțuri, bucșe	53—58	35	
Pentru organe de mașini la mașini-unelte, pentru lagăre, pentru elemente supuse la uzură sau presiuni mari fără șocuri	86% Cu 14% Sn	20	85 **HB** 5/500/20
Pentru armături de presiune și material rulant	85% Cu 9% Sn restul Zn	20	60 **HB** 5/500/20
Pentru lagăre ușor solicitate și piese care lucrează la frecare	85% Cu 6% Sn restul Zn	15	60 **HB** 5/500/20
Pentru lagăre, roți dințate, puțin solicitate, piese turnate forjabile	85% Cu 9% Al	40	110 **HB** 5/500/20 δ_5=10%

STAS	Simbolul materialului	Denumirea materialului	Calităţile caracteristice
		e) *Aliaje de aluminiu*	
201-59	AAT 3/2	Aliaj aluminiu-siliciu-cupru	Se toarnă în cochilii, se poate trata termic, are mare rezistenţă la frecare
	AAT 4/2	Aliaj aluminiu-magneziu-siliciu	Rezistent la agenţi chimici, se tratează termic.
		f) *Compoziţie pentru lagăre*	
202-59	Y-Sn 83	Compoziţie cu staniu	Are coeficient de frecare redus, bună rezistenţă la compresiune şi bună conductibilitate termică
		Materiale plastice	
		Fenoplaste: material termoreactiv cu amestec de azbest şi grafit	Rezistente la căldură
		Bachelite: cu stratificare de textile şi cu grafit	Rezistenţe reduse la frecare, bună rezistenţă la şocuri

Tabela 5 (continuare)

Destinație	Elemente de aliere	Rezistența de rupere kgf/mm²	Alte caracteristici
Pentru bucșe, cuzineți, la motoare cu ardere internă	1,5—1,8% Cu 11,5—13,5% Si restul Al	18—26	100—120 HB 5/10/20
Pentru armături, piese pentru industria chimică	0,5—3% Mg 2,0—5,5% Si restul Al	15—20	55—100 HB 5/10/20
Cuzineți pentru motoare electrice, motoare Diesel, turbine de aburi	83% Sn 11% Sb 6% Cu	11 kgf/mm² la compresiune	25—32 HB 5/10/20
Pentru lagăre, conducte, armături, axe		420—430 kgf/cm² la compresiune	Rezistența la căldură pînă la 120°C
Pentru lagăre, axe, conducte			

III.

TOLERANȚE ȘI AJUSTAJE

Toleranțele și folosirea lor. Diferențele care rezultă din fabricație la dimensiunile pieselor nu trebuie să depășească o anumită limită, deoarece în caz contrar ar fi necesare prelucrări manuale (ajustări) costisitoare în cursul montării.

Dimensiunile pieselor diferă întotdeauna de la o piesă la alta, dar abaterea nu trebuie să depășească o anumită valoare stabilită anterior.

Abaterile de la dimensiunile de bază ale piesei pot fi mai mari sau mai mici decît *dimensiunile nominale.* Dimensiunile pieselor executate sînt *dimensiunile efective,* pe care le măsurăm cu instrumente pe piesa prelucrată definitiv.

Dimensiunile nominale sînt stabilite la proiectarea piesei.

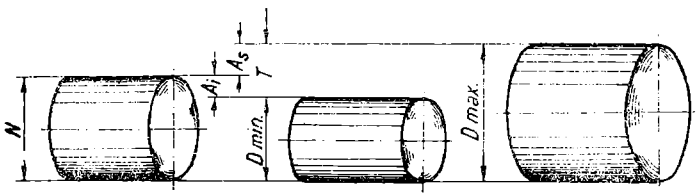


Fig. 19. Indicarea dimensiunilor nominale și a abaterilor:
D_{max} — dimensiune maximă; D_{min} — dimensiune minimă; N — dimensiune nominală; A_s — abatere superioară; A_i — abatere inferioară; T — toleranța.

Diferența dintre dimensiunea nominală și cea efectivă se numește *abatere efectivă* (fig. 19). La proiectarea pieselor de mașini abaterea se stabilește, luînd în considerare în primul rînd funcționarea ireproșabilă a piesei respective, apoi precizia mașinii-unelte, calitatea și starea instrumentelor de măsurat cu care este dotat atelierul, calificarea lucrătorilor de specialitate și mai ales economicitatea fabricației.

Dimensiunea maximă este dimensiunea cea mai mare admisibilă a piesei.

Dimensiunea minimă este dimensiunea cea mai mică admisibilă a piesei.

Abaterea superioară este diferența dintre dimensiunea maximă a piesei și dimensiunea nominală. Această diferență poate fi pozitivă sau negativă.

Abaterea inferioară este diferența dintre dimensiunea minimă a piesei și dimensiunea nominală.

Toleranța este diferența dintre dimensiunea maximă efectivă și cea minimă efectivă a unei piese.

Cîmpul de toleranță, în reprezentări grafice, este zona cuprinsă între linia corespunzătoare dimensiunii maxime și cea corespunzătoare dimensiunii minime.

Ajustajul caracterizează relația care există între două grupe de piese de același diametru nominal, care urmează să se asambleze cu *joc* sau cu *strîngere*. De exemplu, fusul arborelui se poate roti în locașul lui. În acest caz, între fus și locaș trebuie să existe un joc. Dacă cele două piese trebuie să fie fixe, una față de cealaltă, atunci dimensiunile lor limită se suprapun, acestea se asamblează prin presare și asamblarea se numește cu strîngere.

Dimensiunile și toleranțele care corespund jocului sau strîngerii se numesc *ajustaje*.

Jocul este diferența dintre diametrul efectiv al alezajului și diametrul efectiv al arborelui în cazul cînd diametrul alezajului este mai mare decît diametrul arborelui. *Jocul minim* este diferența dintre diametrul minim al alezajului și diametrul maxim al arborelui. *Jocul maxim* este diferența dintre diametrul maxim al alezajului și diametrul minim al arborelui.

Strîngerea există atunci cînd înainte de montare diametrul arborelui este mai mare decît diametrul alezajului. *Strîngerea minimă* este diferența dintre abaterea limită superioară a alezajului și abaterea limită inferioară a arborelui. *Strîngerea maximă* este diferența dintre abaterea limită inferioară a alezajului și abaterea limită superioară a arborelui.

Ajustajul intermediar sau de trecere este ajustajul la care cîmpul de toleranță al arborelui se suprapune parțial peste cîmpul de toleranță al alezajului.

Sistemele de ajustaj. Pentru a evita formele nenumărate de toleranţe şi de ajustaje s-au elaborat sisteme unitare de ajustaje. Interschimbabilitatea se poate asigura în două feluri: fie că se consideră dimensiunea găurii ca avînd o valoare constantă şi se execută arborele la o dimensiune corespunzătoare spre a se realiza ajustajul dorit sau invers — se consideră o valoare constantă pentru arbore şi se execută gaura la dimensiunea potrivită ajustajului dorit. În consecinţă se deosebesc:

Sistemul alezaj unitar la care se menţine constantă dimensiunea alezajului şi se execută cu joc sau cu strîngere dimensiunea arborelui. Prin aceasta se poate obţine un ajustaj liber, strîns sau intermediar.

Sistemul arbore unitar la care se menţine constantă dimensiunea arborelui şi se execută cu joc sau cu strîngere dimensiunea alezajului, obţinînd un ajustaj liber, strîns, sau intermediar.

Este foarte important ca în cadrul unui program de fabricaţie să se aleagă sistemul cel mai adecvat pentru executarea ajustajelor. Sculele şi instrumentele de măsurat se aleg în funcţie de sistemul de ajustaj stabilit. Din punct de vedere al fabricaţiei pieselor este mai uşoară executarea arborilor prin strunjire şi rectificare. Din acest motiv în marea majoritate a cazurilor se alege sistemul de alezaj unitar. Sînt însă ramuri industriale la care este mai avantajoasă folosirea sistemului arbore unitar. Acesta este cazul, de exemplu, la fabricarea transmisiilor şi a maşinilor agricole.

Tabela 6. **Denumirile ajustajelor şi simbolurile toleranţelor**

Caracterul ajustajului	Denumirea ajustajului	Simbolul poziţiei cîmpului de toleranţă	
		Alezaj	Arbore
Ajustaje cu strîngere	Ajustaje presate special	SX SV SU	sx sv su
	Ajustaj presat la cald (fretat) Ajustaj presat Ajustaj presat uşor	SC SB SA	sc sb sa
Ajustaje intermediare	Ajustaj blocat Ajustaj forţat Ajustaj aderent Ajustaj cu frecare	TD TC TB TA	td tc tb ta

Caracterul ajustajului	Denumirea ajustajului	Simbolul poziției cîmpului de toleranță	
		Alezaj	Arbore
Ajustaje cu joc	Ajustaj alunecător	JE	je
	Ajustaj semiliber	JD	jd
	Ajustaj liber	JC	jc
	Ajustaj larg	JB	jb
	Ajustaj foarte larg	JA	ja

Observație. Simbolul poziției unui cîmp de toleranță se compune din inițiala cuvîntului care caracterizează ajustajul; S (s) strîngere; T (t) trecere sau intermediar; J (j) joc și respectiv din litera A (a), B (b), C (c) etc., arătînd în ordinea alfabetică felul ajustajului dinspre joc mare spre joc mic, respectiv dinspre strîngere mică spre strîngere mare (literele mari se întrebuințează pentru alezaje, cele mici pentru arbori).

Sistemul de ajustaje romînesc STAS. Standardele prescriu simbolurile ajustajelor, care constau din grupe de litere și cifre. Denumirea ajustajelor este indicată în tabela 6.

Literele arată locul toleranței în cîmpul de toleranțe. Sistemul alezaj unitar este notat cu litere mari, iar sistemul arbore unitar cu litere mici.

Felul ajustajului este indicat prin prima literă a simbolului: S, s indică un ajustaj cu strîngere; T, t un ajustaj intermediar (de trecere), iar J, j un ajustaj cu joc. Litera a doua arată ordinea de mărime a strîngerii sau jocului. Literele de la sfîrșitul alfabetului indică o toleranță mai strînsă.

Notația cu litere este completată cu o cifră, care indică locul ocupat de toleranță în sistemul unitar. De exemplu: TB3 reprezintă cîmpul de toleranță al alezajelor din clasa de precizie 3 a sistemului alezaj unitar și se încadrează în grupa alezajelor intermediare (T). Litera a doua, B, înseamnă că ajustajul este aderent. Dacă se cunoaște dimensiunea nominală a piesei, atunci cu ajutorul acestei simbolizări se poate determina mărimea toleranței.

În tabelele 7 și 8 se indică legăturile dintre toleranțele ajustajelor și toleranțele arborilor.

Sistemul de ajustaje conform standardelor de stat romînești împarte abaterile admisibile în zece clase de precizie.

Valorile numerice ale toleranțelor sînt indicate în tabelele 9 și 10.

Tabela 7. **Ajustajele sistemului alezaj unitar**

Clasa de precizie	Toleranța la alezaj	Toleranțele la arbore														
		Ajustaje cu joc *j*					Ajustaje intermediare *t*				Ajustaje cu strângere *s*					
		Ajustaj joarte larg	Ajustaj larg	Ajustaj liber	Ajustaj semiliber	Ajustaj alunecător	Ajustaj cu frecare	Ajustaj aderent	Ajustaj forțat	Ajustaj blocat	Ajustaj presat ușor	Ajustaj presat	Ajustaj presat la cald	Ajustaje presate special		
		a	b	c	d	e	a	b	c	d	a	b	c	u	v	x
1	JE 1				jd 1	je 1	ta 1	tb 1	tc 1	td 1				su 1	sv 2	
2	JE 2	ja 2	jb 2	jc 2	jd 2	je 2	ta 2	tb 2	tc 2	td 2	sa 2	sb 2	sc 2			
3	JE 3					je 3	ta 3	tb 3	tc 3	td 3						
4	JE 4	ja 4		jc 4		je 4								su 4	sv 4	sx 4
5	JE 5					je 5										
6	JE 6	ja 6	jb 6	jc 6		je 6						sb 6				
7	JE 7			jc 7		je 7										

Tabela 8. **Ajustajele sistemului arborele unitar**

Clasa de precizie	Toleranța la arbore	Toleranțe la alezaj											
		Ajustaje cu joc *J*					Ajustaje intermediare *T*				Ajustaje cu strângere *S*		
		Ajustaj foarte larg	Ajustaj larg	Ajustaj liber	Ajustaj semiliber	Ajustaj alunecător	Ajustaj cu frecare	Ajustaj aderent	Ajustaj forțat	Ajustaj blocat	Ajustaj presat ușor	Ajustaj presat	Ajustaj presat la cald
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	A	B	C
1	je 1				JD 1	JE 1	TA 1	TB 1	TC 1	TD 1			
2	je 2	JA 2	JB 2	JC 2	JD 2	JE 2	TA 2	TB 2	TC 2	TD 2		SB 2	Sc 2
3	je 3					JE 3	TA 3	TB 3	TC 3	TD 3			
4	je 4			JC 4		JE 4							
5	je 5					JE 5							
6	je 6	JA 6	JB 6	JC 6		JE 6							
7	je 7			JC 7		JE 7							

Tabela 9. Valorile numerice

Diametre nominale *D*, mm	Toleranțele clasei de precizie I STAS 1919-59[1])								
	Abaterile alezajului JE I, μ	presat special		blocat	forțat	aderent	cu frecare	alunecător	semiliber
		ajustaje							
		svl	sul	tdl	tcl	tbl	tal	jel	jdl
		Abaterile arborelui, μ (1μ=0,001 mm)							
1–3	+ 6 0	+ 20 + 15	+17 +12	+10 + 6	+ 8 + 4	+ 5 + 1	+ 2 − 2	0 − 4	− 3 − 9
3–6	+ 8 0	+ 24 + 19	+20 +15	+13 + 8	+10 + 5	+ 6 + 1	+ 3 − 2	0 − 5	− 4 − 9
6–10	+ 9 0	+ 29 + 23	+25 +19	+16 + 9	+12 + 6	+ 8 + 2	+ 4 − 3	0 − 6	− 5 −11
10–18	+11 0	+ 36 + 28	+31 +23	+20 +11	+15 + 7	+10 + 2	+ 5 − 3	0 − 8	− 6 −14
18–30	+13 0	+ 44 + 35	+37 +28	+24 +13	+17 + 8	+12 + 2	+ 6 − 3	0 − 9	− 7 −16
30–40	+15	+ 54	+45	+28	+20	+14	+ 7	0	− 9
40–50	0	+ 43	+34	+16	+ 9	+ 2	− 4	−11	−20
50–65	+18	+ 66 + 53	+54 +41	+33	+24	+16	+ 8	0	−10
65–80	0	+ 72 + 59	+56 +43	+19	+10	+ 3	− 5	−13	−23
80–100	+21	+ 86 + 71	+66 +51	+38	+28	+19	+ 9	0	−12
100–120	0	+ 94 + 79	+69 +54	+23	+12	+ 3	− 6	−15	−27
120–140	+24	+110 + 92	+81 +63						
140–150		+118	+83	+45	+32	+22	+10	0	−14
150–160		+100	+65	+26	+14	+ 4	− 7	−18	−32
160–180	0	+126 +108	+86 +68						

[1]) STAS 1919–59 prescrie și toleranțele pentru ajustajul *liber* (jcl) și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

ale **toleranțelor. Sistem alezaj unitar**

Abaterile alezajului JE 2, μ	Toleranțele clasei de precizie 2 STAS 1920-60[1])											
	presat la cald	presat	presat ușor	blocat	forțat	ader-ent	cu fre-care	alune-cător	semi-liber	liber	larg	foarte larg
	ajustaje											
	sc2	sb2	sa2	td2	tc2	tb2	ta2	jc2	jd2	jc2	jb2	ja2
	Abaterile arborelui, μ											
+10	+ 27	+ 18	+16	+13	+10	+ 7	+ 3	0	− 3	− 8	− 12	− 18
0	+ 17	+ 12	+10	+ 6	+ 4	+ 1	− 3	− 6	− 9	−18	− 25	− 35
+13	+ 33	+ 23	+21	+16	+13	+ 9	+ 4	0	− 4	−10	− 17	− 25
0	+ 20	+ 15	+13	+ 8	+ 5	+ 1	− 4	− 8	−12	−22	− 35	− 45
+16	+ 39	+ 28	+26	+20	+16	+12	+ 5	0	− 5	−13	− 23	− 35
0	+ 23	+ 18	+16	+10	+ 6	+ 2	− 5	−10	−15	−27	− 45	− 60
+19	+ 48	+ 34	+32	+24	+19	+14	+ 6	0	− 6	−16	− 30	− 45
0	+ 29	+ 22	+20	+12	+ 7	+ 2	− 6	−12	−18	−33	− 55	− 75
+23	+ 62	+ 42	+39	+30	+23	+17	+ 7	0	− 8	−20	− 40	− 60
0	+ 39	+ 28	+25	+15	+ 8	+ 2	− 7	−14	−22	−40	− 70	− 95
+27	+ 77 + 50	+ 52	+47	+35	+27	+20	+ 8	0	−10	−25	− 50	− 75
0	+ 87 + 60	+ 35	+30	+18	+ 9	+ 3	− 8	−17	−27	−50	− 85	−115
+30	+105 + 75	+ 65	+55	+40	+30	+23	+10	0	−12	−30	− 65	− 95
0	+120 + 90	+ 45	+35	+20	+10	+ 3	−10	−20	−32	−60	−105	−145
+35	+140 +105	+ 85 + 60	+70	+45	+35	+26	+12	0	−15	−40	− 80	−120
0	+160 +125	+ 95 + 70	+45	+23	+12	+ 3	−12	−23	−38	−75	−125	−175
+40	+190 +150	+110 + 80	+85	+52	+40	+30	+14	0	−18	−50	−100	−150
0	+220 +180	+125 + 95	+58	+25	+13	+ 4	−14	−27	−45	−90	−155	−210

[1]) STAS 1920–60 prescrie și toleranțele pentru ajustajul *larg special* (jx2) și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm

Toleranțele clasei de precizie 3 STAS 1921-60[1])						Toleranțele clasei de precizie 4 STAS 1922-50[2])					
Abaterile alezajului JE 3, μ	blocat	forțat	aderent	cu frecare	alunecător	Abaterile alezajului JE 4 μ	presat special			alunecător	liber	foarte larg
	ajustaje						ajustaje					
	td3	tc3	tb3	ta3	je3		sx4	sv4	su4	je4	jc4	ja4
	Abaterile arborelui, μ						Abaterile arborelui, μ					
+14	+15	—	+10	+7	0	+20	—	—	—	0	−7	−17
0	+6		+1	−2	−9	0				−20	−32	−50
+18	+20	+16	+13	+9	0	+25	—	—	+55	0	−11	−25
0	+8	+4	+1	−3	−12	0			+30	−25	−44	−65
+22	+25	+21	+16	+10	0	+30	+100	+70	+65	0	−15	−35
0	+10	+6	+1	−5	−15	0	+70	+40	+35	−30	−55	−85
+27	+30	+25	+19	+12	0	+35	+115	+80	+75	0	−20	−45
0	+12	+7	+1	−6	−18	0	+80	+45	−40	−35	−70	−105
+33	+36	+29	+23	+13	0	+45	+145	+100	+95	0	−25	−60
0	+15	+8	+2	−8	−21	0	+100	+55	+50	−45	−85	−130
+39	+42	+34	+27	+15	0	+50	+165	+115	+110	0	−32	−75
							+115	+65				
0	+17	+9	+2	−10	−25	0	+175	+125	+60	−50	−100	−160
							+125	+75				
+46	+50	+41	+32	+18	0	+60	+210	+150	+135	0	−40	−95
							+150	+90				
0	+20	+11	+2	−12	−30	0	+225	+165	+75	−60	−120	−195
							+165	+105				
+54	+58	+48	+38	+20	0	+70	+260	+195	+160	0	−50	−120
							+190	+125				
0	+23	+13	+3	−15	−35	0	+280	+210	+90	−70	−140	−235
							+210	+140				
							+325	+245	+185			
							+245	+165	+105			
+63	+67	+55	+43	+22	0	+80				0	−60	−150
0	+27	+15	+3	−18	−40	0				−80	−165	−285
							+355	+275	+200			
							+275	+195	+120			

[1]) STAS 1921—60 prescrie și toleranțele *liber* (jc3), *presat* (sb3) și *presat ușor* (sa3) și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

[2]) STAS 1922—50 prescrie și toleranțele pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

Tabela 9. (continuare)

Toler. clasei de precizie 5 STAS 1923-50 [1]		Toleranțele clasei de precizie 6 STAS 1924-50 [1]						Toleranțele clasei de precizie 7 STAS 1925-50 [1]			Diametre nominale D, mm
Abaterile alezajului JE 5, μ	alunecător	Abaterile alezajului JE 6, μ	presat	alunecător	liber	larg	foarte larg	Abaterile alezajului JE 7, μ	alunecător	liber	
	ajustaje		ajustaje						ajustaje		
	je5		sb6	je6	jc6	jb6	ja6		je7	jc7	
	Abat. arbor. μ		Abaterile arborelui, μ						Abaterile arborelui, μ		
+ 40	0	+ 60	—	0	− 30	− 60	−120	+120	0	− 60	1—3
0	− 40	0		− 60	− 90	−120	−180	0	−120	−180	
+ 48	0	+ 80	—	0	− 40	− 80	−160	+160	0	− 80	3—6
0	− 48	0		− 80	−120	−160	−240	0	−160	−240	
+ 58	0	+100	—	0	− 50	−100	−200	+200	0	−100	6—10
0	− 58	0		−100	−150	−200	−300	0	−200	−300	
+ 70	0	+120	+230	0	− 60	−120	−240	+240	0	−120	10—18
0	− 70	0	+195	−120	−180	−240	−360	0	−240	−360	
+ 84	0	+140	+270	0	− 70	−140	−280	+280	0	−140	18—30
0	− 84	0	+225	−140	−210	−280	−420	0	−280	−420	
+100	0	+170	+320	0	− 80	−170	−340	+340	0	−170	30—40
0	−100	0	+270	−170	−250	−340	−500	0	−340	−500	40—50
+120	0	+200	+380	0	−100	−200	−400	+400	0	−200	50—65
0	−120	0	+320	−200	−300	−400	−600	0	−400	−600	65—80
+140	0	+230	+460	0	−120	−230	−460	+460	0	−230	80—100
0	−140	0	+390	−230	−350	−460	−700	0	−460	−700	100—120
											120—140
+160	0	+260	—	0	−130	−260	−530	+530	0	−260	140—150
0	−160	0		−260	−400	−530	−800	0	−530	−800	150—160
											160—180

1) STAS 1923—50 1924—50 și 1925—50 prescriu toleranțele și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm

Tabela 10. Valorile nominale

Diametre nominale D, mm	Toleranțele clasei de precizie 1 STAS 2001-61 [1])							Toleranțele clasei de precizie 2 STAS 2002-51 [2])		
	Abaterile arborelui JE 1, μ	blocat	forțat	aderent	cu frecare	alunecător	semiliber	Abaterile arborelui JC2, μ	presat la cald	presat
		ajustaje							ajustaje	
		TD1	TC1	TB1	TA1	JE	JD1		SC2	SB2
		Abaterile alezajului, μ							Abaterile alezajului, μ	
1–3	0 – 4	– 4 –10	– 2 – 8	+ 1 – 5	+ 4 – 2	+ 6 0	+10 + 3	0 – 6	– 13 – 27	– 8 – 18
3–6	0 – 5	– 5 –13	– 2 –10	+ 1 – 7	+ 5 – 3	+ 8 0	+12 + 4	0 – 8	– 15 – 33	– 10 – 23
6–10	0 – 6	– 6 –16	– 3 –12	+ 1 – 8	+ 6 – 4	+ 9 0	+14 + 5	0 –10	– 17 – 39	– 12 – 28
10–18	0 – 8	– 8 –20	– 4 –15	+ 1 –10	+ 7 – 5	+11 0	+17 + 6	0 –12	– 22 – 43	– 15 – 34
18–30	0 – 9	–10 –24	– 4 –17	+ 2 –12	+ 8 – 6	+13 0	+20 + 7	0 –14	– 30 – 62	– 19 – 42
30–40	0	–12	– 5	+ 2	+ 9	+15	+25	0	– 45	– 25
40–50	–11	–28	–20	–14	– 7	0	+ 9	–17	– 82	– 52
50–65	0	–14	– 5	+ 2	+10	+18	+29	0	– 70	– 35
65–80	–13	–33	–24	–16	– 8	0	+10	–20	–110	– 65
80–100	0	–17	– 6	+ 3	+12	+21	+34	0	–103	– 50 – 85
100–120	–15	–38	–28	–19	– 9	0	+12	–23	–150	– 60 – 95
120–140										– 70 –110
140–150	0	–20	– 7	+ 3	+14	+24	+39	0	–152	
150–160	–18	–45	–32	–22	–10	0	+14	–27	–205	
160–180										– 85 –125

[1]) STAS 2001–61 prescrie și toleranțele pentru *ajustajul liber* (JC1) și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

[2]) STAS 2002–51 prescrie toleranțele și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

ale toleranțelor. Sistemul arbore unitar

Toleranțele clasei de precizie 2 STAS 2002-51								
blocat	forțat	aderent	cu frecare	alunecător	semiliber	liber	larg	foarte larg
ajustaje								
TD2	TC2	TB2	TA2	JE2	JD2	JC2	JB2	JA2
	Abaterile alezajului, μ							
− 2 −13	0 −10	+ 3 − 7	+ 7 − 3	+10 0	+13 + 3	+ 22 + 8	+ 30 + 12	+ 38 + 18
− 3 −16	0 −13	+ 4 − 9	+ 9 − 4	+13 0	+17 + 4	+ 27 + 10	+ 40 + 17	+ 50 + 25
− 4 −20	0 −16	+ 4 −12	+11 − 5	+16 0	+21 + 5	+ 33 + 13	+ 50 + 23	+ 65 + 35
− 5 −24	0 −19	+ 5 −14	+13 − 6	+19 0	+25 + 6	+ 40 + 16	+ 60 + 30	+ 80 + 45
− 6 −30	0 −23	+ 6 −17	+16 − 7	+23 0	+30 + 8	+ 50 + 20	+ 80 + 40	+105 + 60
− 7 −35	0 −27	+ 7 −20	+18 − 8	+27 0	+35 +10	+ 60 + 25	+ 95 + 50	+125 + 75
− 8 −40	0 −30	+ 8 −23	+20 −10	+30 0	+42 +12	+ 70 + 30	+115 + 65	+155 + 95
−10 −45	0 −35	+ 9 −26	+23 −12	+35 0	+50 +15	+ 90 + 40	+140 + 80	+190 +120
−12 −52	0 −40	+10 −30	+27 −14	+40 0	+60 +18	+105 + 50	+170 +100	+230 +150

Toleranțele clasei de precizie 3 STAS 2003-51[1])						Toleranțele clasei de precizie 4 STAS 2004-51[2])			
Abaterile arborelui je 3, μ	blocat	forțat	aderent	cu frecare	alunecător	Abaterile arborelui je 4, μ	alunecător	liber	foarte larg
	ajustaje						ajustaje		
	TD3	TC3	TB3	TA3	JE3		JE4	JC4	JA4
	Abaterile alezajului, μ						Abaterile alezajului, μ		
0 −9	−1 −15	—	—	+7 −7	+14 0	0 −20	+20 0	+32 +7	+50 +17
0 −12	−2 −20	—	—	+9 −9	+18 0	0 −25	+25 0	+44 +11	+65 +25
0 −15	−3 −25	+1 −21	+6 −16	+12 −10	+22 0	0 −30	+30 0	+55 +15	+85 +35
0 −18	−3 −30	+2 −25	+8 −19	+15 −12	+27 0	0 −35	+35 0	+70 +20	+105 +45
0 −21	−3 −36	+4 −29	+10 −23	+20 −13	+33 0	0 −45	+45 0	+85 +25	+130 +60
0 −25	−3 −42	+5 −34	+12 −27	+24 −15	+39 0	0 −50	+50 0	+100 +32	+160 +75
0 −30	−4 −50	+5 −41	+14 −32	+28 −18	+46 0	0 −60	+60 0	+120 +40	+195 +95
0 −35	−4 −58	+6 −48	+16 −38	+34 −20	+54 0	0 −70	+70 0	+140 +50	+235 +120
0 −40	−4 −67	+8 −55	+20 −43	+41 −22	+63 0	0 −80	+80 0	+165 +60	+285 +150

[1]) STAS 2003—51 prescrie și toleranțele pentru ajustajul *presat* (SB3) și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

[2]) STAS 2004—51 prescrie toleranțele și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

Tabela 10. (continuare)

Toleranț. clasei de precizie 5 STAS 2006–51[1]		Toleranțele clasei de precizie 6 STAS 2007-51[1]					Toleranțele clasei de precizie 7 STAS 2008-51[1]			Diametre nominale D, mm
Abaterile arborelui je_5, μ	alunecător	Abaterile arborelui je_6, μ	alunecător	liber	larg	foarte larg	Abaterile arborelui je_7, μ	alunecător	liber	
	ajustaje		ajustaje					ajustaje		
	JE5		JE6	JC6	JB6	JA6		JE7	JC7	
	Abat. alez., μ		Abaterile alezajului, μ					Abaterile alezajului, μ		
0	+ 40	0	+ 60	+ 90	+120	+180	0	+120	+180	1–3
− 40	0	− 60	0	+ 30	+ 60	+120	−120	0	+ 60	
0	+ 48	0	+ 80	+120	+160	+240	0	+160	+240	3–6
− 48	0	− 80	0	+ 40	+ 80	+160	−160	0	+ 80	
0	+ 58	0	+100	+150	+200	+300	0	+200	+300	6–10
− 58	0	−100	0	+ 50	+100	+200	−200	0	+100	
0	+ 70	0	+120	+180	+240	+360	0	+240	+360	10–18
− 70	0	−120	0	+ 60	+120	+240	−240	0	+120	
0	+ 84	0	+140	+210	+280	+420	0	+280	+420	18–30
− 84	0	−140	0	+ 70	+140	+280	−280	0	+140	
0	+100	0	+170	+250	+340	+500	0	+340	+500	30–40
−100	0	−170	0	+ 80	+170	+340	−340	0	+170	40–50
0	+120	0	+200	+300	+400	+600	0	+400	+600	50–65
−120	0	−200	0	+100	+200	+400	−400	0	+200	65–80
0	+140	0	+230	+350	+460	+700	0	+460	+700	80–100
−140	0	−230	0	+120	+230	+460	−460	0	+230	100–120
										120–140
0	+160	0	+260	+400	+530	+800	0	+530	+800	140–150
−160	0	−260	0	+130	+260	+530	−530	0	+260	150–160
										160–180

[1] STAS 2006–51, 2007–51 și 2008–51 prescriu toleranțele și pentru diametre nominale mai mari de 180 mm.

Tabela 11. **Toleranţele dimensiunilor libere care se verifică cu calibre normale**

Diametre nominale	Clasele de precizie											
	8				9				10			
	alezaj JE 8		arbore je 8		alezaj JE 9		arbore je 9		alezaj JE 10		arbore je 10	
	Abateri în microni (1 micron = 1μ = 0,001 mm)											
mm	inf.	sup.	sup.	inf	inf.	sup.	sup.	inf.	inf.	sup.	sup.	inf.
de la 1 la 3	0	+ 250	0	— 250	0	+ 400	0	— 400	0	+ 600	0	— 600
peste 3 la 6	0	+ 300	0	— 300	0	+ 480	0	— 480	0	+ 750	0	— 750
peste 6 la 10	0	+ 360	0	— 360	0	+ 580	0	— 580	0	+ 900	0	— 900
peste 10 la 18	0	+ 430	0	— 430	0	+ 700	0	— 700	0	+ 1100	0	— 1100
peste 18 la 30	0	+ 520	0	— 520	0	+ 840	0	— 840	0	+ 1300	0	— 1300
peste 30 la 50	0	+ 620	0	— 620	0	+ 1000	0	— 1000	0	+ 1600	0	— 1600
peste 50 la 80	0	+ 740	0	— 740	0	+ 1200	0	— 1200	0	+ 1900	0	— 1900
peste 80 la 120	0	+ 870	0	— 870	0	+ 1400	0	— 1400	0	+ 2200	0	— 2200
peste 120 la 180	0	+ 1000	0	— 1000	0	+ 1600	0	— 1600	0	+ 2500	0	— 2500
peste 180 la 260	0	+ 1150	0	— 1150	0	+ 1900	0	— 1900	0	+ 2900	0	— 2900
peste 260 la 360	0	+ 1350	0	— 1350	0	+ 2200	0	— 2200	0	+ 3300	0	— 3300
peste 360 la 500	0	+ 1550	0	— 1550	0	+ 2500	0	— 2500	0	+ 3800	0	— 3800

Abaterile din clasa de precizie 1 satisfac cerinţele mecanicii fine. Clasa de precizie 2 este utilizată în construcţia de maşini la fabricarea arborilor cotiţi, a cilindrilor, a pistoanelor şi la fabricarea maşinilor-unelte. Clasele de precizie 3 şi 4 sînt utilizate la maşini similare dar mai puţin pretenţioase. Domeniul de utilizare al abaterilor din clasele de precizie 5, 6 şi 7 este fabricaţia maşinilor agricole, fabricaţia vagoanelor de cale ferată, a pieselor de maşini presate la cald etc.

Tabela 12. **Toleranţele dimensiunilor libere care nu se verifică cu calibre**

Diametrul nominal	Abaterea
1 — 6	± 0,1
6 — 18	± 0,2
18 — 50	± 0,3
50 — 120	± 0,4
120 — 260	± 0,5

După abaterile claselor de precizie 8, 9 şi 10 se execută piese de maşini care nu se asamblează (tabelele 11 şi 12).

Indicarea toleranţelor pe desen. Toleranţele dimensiunilor exterioare şi interioare se pot indica pe desen cu litere (fig. 20) sau cu valorile lor numerice (fig. 21).

Simbolul se scrie după dimensiunea nominală, în acelaşi rînd cu aceasta.

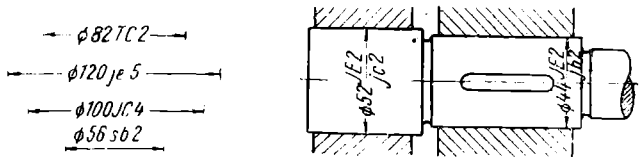


Fig. 20. Indicarea toleranţelor prin simboluri.

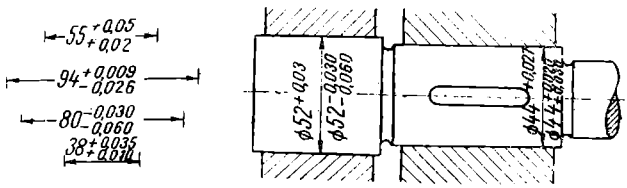


Fig. 21. Indicarea valorii abaterilor.

Valoarea numerică a abaterii se trece după dimensiunea nominală, şi anume valoarea maximă a abaterii se trece sus în partea dreaptă a cotei, iar valoarea ei minimă, imediat sub aceasta. Abaterea care are valoarea 0 nu se indică în desen. În cazul cînd valoriie maximă şi minimă ale abaterii au aceeaşi mărime, după dimensiunea nominală se trec semnele ± şi după acestea, abaterea imediat după cotă (fig. 22), în acelaşi rînd cu dimensiunea nominală.

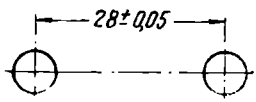


Fig 22. Indicarea abaterilor simetrice.

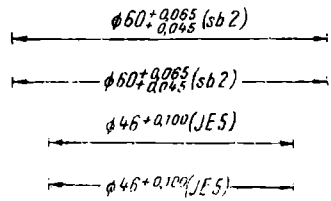


Fig. 23. Toleranţe numerice şi simbolul lor, scrise pe aceeaşi linie de cotă.

Abaterile se indică numai o singură dată, împreună cu cota, indiferent dacă la indicaţie se aplică simboluri sau valori numerice. Dacă trebuie să se dea atît valoarea numerică a abaterii cît

şi simbolul toleranţei, atunci acesta din urmă se scrie în paranteză după valoarea abaterii (fig. 23).

Dacă se foloseşte simbolul, atunci valorile numerice ale abaterilor se trec într-o tabelă explicativă, amplasată imediat lîngă desen.

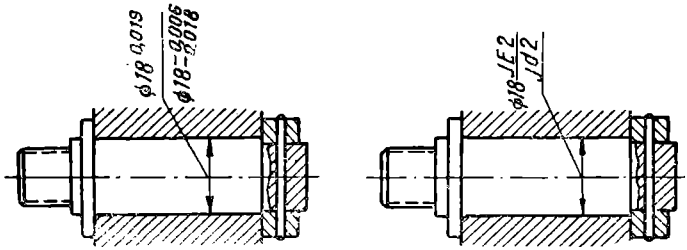


Fig. 24. Indicarea abaterilor numerice şi cu simbolul toleranţei folosind linii de indicaţie.

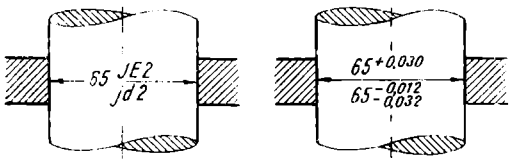


Fig. 25. Indicarea toleranţelor şi a abaterilor la organe de maşini asamblate.

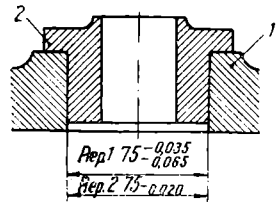


Fig. 26. Indicarea abaterilor pentru două repere asamblate.

În unele cazuri trebuie să se dea dimensiunea pieselor în stare asamblată. În acest caz, toleranţele se indică sub forma unei fracţii ordinare (fig. 24). Dacă valorile abaterilor celor două piese asamblate se scriu separat pe o linie de cotă, atunci abaterea alezajului se scrie deasupra liniei de cotă, iar abaterea arborelui se scrie sub linia de cotă (fig. 25).

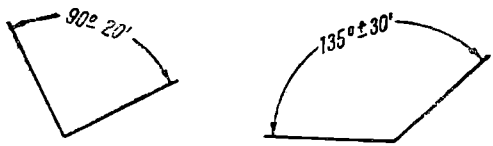


Fig. 27. Indicarea abaterilor unghiurilor.

Valoarea celor două abateri se poate scrie şi deasupra a două linii de cotă; în acest caz se indică şi numărul piesei (fig. 26).

Abaterile unghiurilor se scriu pe desen, ca în fig. 27.

La nevoie, împreună cu indicarea valorii abaterii se indică pe desen şi modul de executare a ajustajului.

IV.

MĂSURĂRI ȘI APARATE DE MĂSURAT

Piesele se dimensionează în funcție de solicitarea la care vor trebui să reziste și în funcție de materialul întrebuințat.

Dimensiunile pieselor se controlează cu aparate de măsurat.

La măsurare se compară o cantitate oarecare, dimensiune, greutate, lungime, cu unitatea de măsură de același fel. La lucrările de strungărie măsurarea se execută numai pe piese în stare de repaos. Măsurarea trebuie executată repede, sigur, cu precizie și cu simț de răspundere.

Aparatele de măsurat se aleg în funcție de precizia pieselor care trebuie executate. Nu se folosesc aparate de măsurat de mare precizie, dacă aparatele simple corespund scopului.

Cauzele lipsei de precizie la măsurare pot fi: aparate de măsurat uzate sau defecte, reglarea necorespunzătoare a aparatului, manipularea greșită sau citire neexactă.

Aparatele de măsurat sînt verificate de către organele de control și recepție, conform dispozițiilor Oficiului de Stat pentru Metrologie. Nu este admis să se lucreze cu aparate de măsurat defecte.

Aparatele de măsurat se vor manipula cu grijă. Ele se așază într-un loc destinat special acestui scop și la îndemîna lucrătorului. La folosirea compasului de măsurat sau a șublerului, forța cu care se apasă instrumentul de măsurat pe piesă trebuie să fie mică și uniformă.

După măsurare, instrumentele se șterg și se ung cu un strat subțire de ulei de parafină.

La așchiere, piesele se încălzesc și dimensiunile lor cresc. Temperatura normală a piesei de măsurat este de 20°C. Măsurarea pieselor la temperaturi mai mari poate duce la erori importante.

Măsurarea lungimii. La măsurarea lungimilor se compară piesa de măsurat cu unitatea de măsură a lungimii și se stabilește de cîte ori se cuprinde unitatea de măsură în lungime. Lungimea liniei drepte imaginare care leagă punctele extreme ale distanțelor de măsurat se numește dimensiune.

Unitatea de măsură a lungimii este *metrul*. Unitatea de măsură utilizată în general în construcţia de maşini este *milimetrul* (a mia parte dintr-un metru) precum şi submultiplii acestuia (zecimile, sutimile, miimile). În continuare se indică submultiplii milimetrului.

Denumirea	Notarea prescurtată	Comparare
milimetru	mm	1 mm=0,001 m
zecime de milimetru	—	0,1 mm=a zecea parte dintr-un milimtru
sutime de milimetru	—	0,01 mm=a suta parte dintr-un milimetru
miime de milimetru (sau micronul)	μ (se pronunţă miu)	0,001 mm=a mia parte dintr-un milimetru (micron)

Filetele se măsoară în milimetri sau în ţoli (1″=25,4 mm).

Instrumente şi aparate de măsurat. Rigla de măsurat este un instrument universal, confecţionată din oţel carbon de calitate (STAS 880-49), dintr-o bucată (fig. 28) sau din mai multe piese articulate.

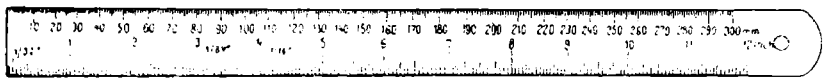


Fig. 28. Riglă gradată.

Metrul articulat poate fi folosit numai la măsurări aproximative. La trasare şi în alte scopuri similare se utilizează riglele de măsurat de atelier, care au lungimea de la 500—5 000 mm. Precizia citirii riglei este de circa 0,5 mm (fig. 29).

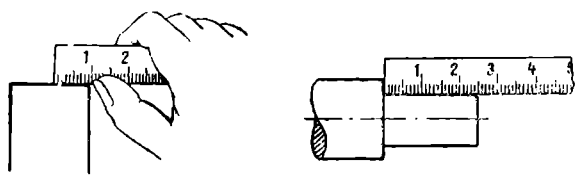


Fig. 29. Folosirea riglei gradate.

Compasurile de măsurat sînt de două feluri: compas de grosime şi compas de interior. Dimensiunile se stabilesc cu şublerul sau cu rigla. Compasurile nu se folosesc la măsurări

precise. Distanţa dintre vîrfurile de măsurat se reglează prin loviturі uşoare. Este importantă ţinerea corectă a compasului şi atingerea uşoară a piesei fără o apăsare puternică. Metoda cea mai bună pentru efectuarea corectă a măsurărilor constă în repetarea acestor operaţii.

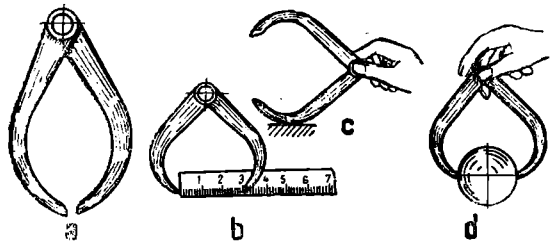


Fig. 30. Compas de grosime şi folosirea lui:
a — compasul de grosime; *b* — citirea valorii dimensiunii măsurate cu ajutorul riglei gradate; *c* — potrivirea deschiderii compasului; *d* — ţinerea corectă a compasului.

Distanţa stabilită cu compasul se citeşte cu ajutorul şublerului sau a riglei (fig. 30 şi 31). Precizia citirii este de circa 0,25 mm.

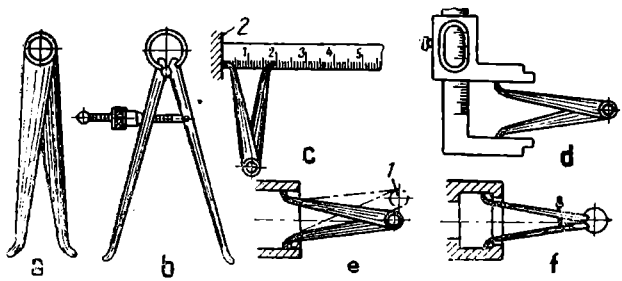


Fig. 31. Compas de interior şi folosirea lui:
a, *b* — compasuri de interior; *c*, *d* — citirea valorii dimensiunii măsurate cu ajutorul riglei gradate sou a şublerului; *e* — tatonarea poziţiei compasului; *f* — măsurarea dimensiunii interioare; *1* — greşit; *2* — faţă de reazem.

Şublerul este instrumentul cel mai des folosit în practica de atelier (fig. 32). Părţile principale sînt: falca fixă, care formează corp comun cu rigla gradată, pe care se poate deplasa cursorul cu falca mobilă. Pe o parte a riglei se află gradaţia principală. Pe partea teşită a cursorului se află o gradaţie denumită vernier. Suprafaţa de alunecare a cursorului este presată de riglă,

cu ajutorul unui arc, iar cursorul se poate fixa pe riglă, în orice poziţie, cu un şurub. La măsurările de precizie mare se utilizează şublere care au cursorul prevăzut cu un dispozitiv de avans. Prin fixarea acestui dispozitiv cursorul poate fi adus, cu ajutorul şurubului de reglare, în poziţia de măsurare.

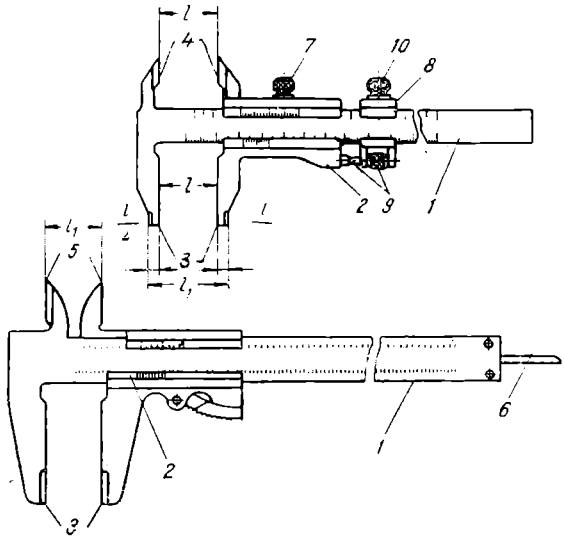


Fig. 32. Şubler:

1 — riglă gradată; *2* — cursor; *3* — ciocuri lungi pentru măsurarea diametrelor interioare *l* şi exterioare l_1; *4* — ciocuri scurte pentru măsurarea diametrelor exterioare; *5* — ciocuri scurte pentru măsurarea diametrelor interioare; *6* — tijă de adîncime; *7* — şurub de fixare a cursorului; *8* — dispozitiv de avans fin; *9* — piuliţă şi şurub de avans fin; *10* — şurub de fixare a dispozitivului de avans fin.

Dacă se împreună fălcile de măsurat ale şublerului şi printre ele nu se vede nici o fantă de lumină, şublerul este bun. În această poziţie gradaţia zero a riglei coincide cu prima linie a vernierului.

V e r n i e r u l. Cu vernierul se pot citi şi fracţiuni de milimetru. Valoarea diviziunilor de pe vernier este de 0,1, 0,05 sau 0,02 mm.

Vernierul cu diviziunile de 0,1 mm are o lungime de 9 mm împărţită în zece părţi egale (fig. 33, *a*). Astfel, fiecare diviziune a vernierului este de 0,9 mm, adică este cu 0,1 mm mai mică decît 1 mm de pe gradaţia principală. Acest lucru înseamnă că atunci cînd linia a doua (prima fiind zero) a gradaţiei vernierului coincide cu o linie oarecare a gradaţiei principale, lungimea este

cu 0,1 mm mai mare decît numărul de milimetri întregi citit pe gradaţia principală.

Vernierul cu diviziunile de 0,05 mm are o lungime de 19 mm divizată în 20 părţi egale (fig. 33, *b*). Dimensiunile pot fi măsurate cu precizie de 0,05 mm.

Vernierul cu diviziunile de 0,02 mm are o lungime de 49 mm împărţită în 50 părţi egale (fig. 33, *c*). Dimensiunile pot fi măsurate cu precizia de 1/50=0,02 mm.

În practică măsurile făcute cu vernierile de 1/20 şi 1/50 sînt dificile datorită multor împrejurări. La utilizarea şublerelor de acest fel sînt foarte importante exerciţiile de măsurare.

Cu şublerul se pot măsura dimensiunile interioare şi exterioare ale pieselor cilindrice şi pieselor plane. Fălcile şublerului

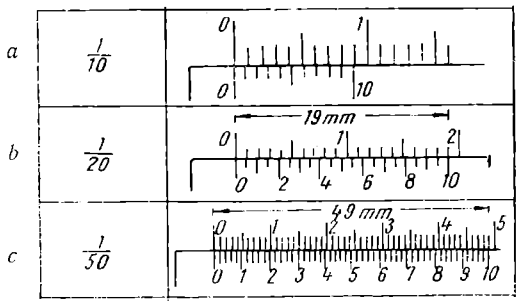


Fig. 33. Vernier:
a — vernier cu diviziunile 0.1 mm; *b* — vernier cu diviziunile 0,05 mm; *c* — vernier cu diviziunile 0,02 mm.

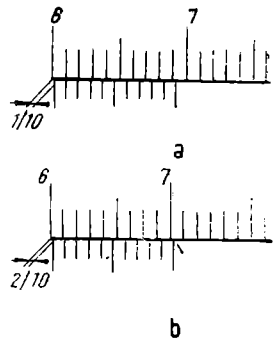


Fig. 34. Citirea vernierului:
a — citirea 6.1 mm; *b* — citirea 6,2 mm.

se apasă pe piesa de măsurat cu o presiune slabă, iar cursorul se asigură contra deplasării cu ajutorul şurubului de fixare. Apoi mişcînd uşor şublerul se verifică dacă nu există un joc între fălci şi piesa de măsurat. Suprafeţele fălcilor trebuie să alunece uşor pe suprafaţa piesei de măsurat.

Nu se admite măsurarea pieselor murdare sau a pieselor în mişcare (în timpul rotirii). Piesa se măsoară cît mai aproape de rigla gradată. Nu este admisă măsurarea piesei la capătul fălcilor. Nu trebuie apăsat şublerul pe piesa de măsurat cînd cursorul este fixat.

După potrivirea cu grijă a şublerului pe piesă se citeşte dimensiunea. Întîi se citesc milimetrii întregi, apoi se observă care dintre dimensiunile vernierului coincide cu o gradaţie oarecare de pe rigla principală şi se citesc zecimele de milimetru.

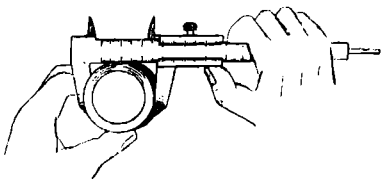


Fig. 35. Măsurarea diametrului exterior.

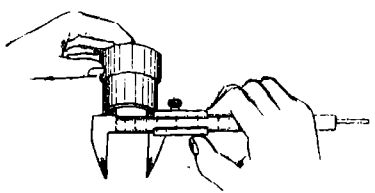


Fig. 36. Măsurarea diametrului interior cu ciocurile scurte ale șublerului.

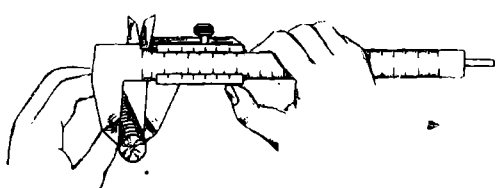


Fig. 37. Măsurarea diametrului interior la un filet.

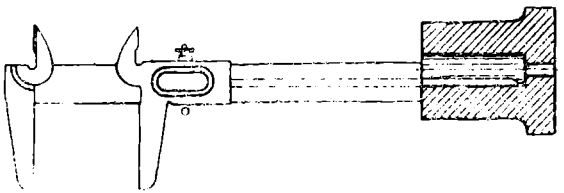


Fig. 38. Măsurarea adîncimii cu tija de adîncime.

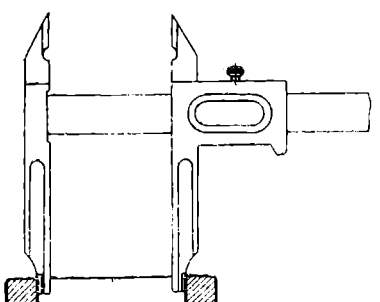


Fig. 39. Măsurarea diametrului interior cu ciocurile lungi.

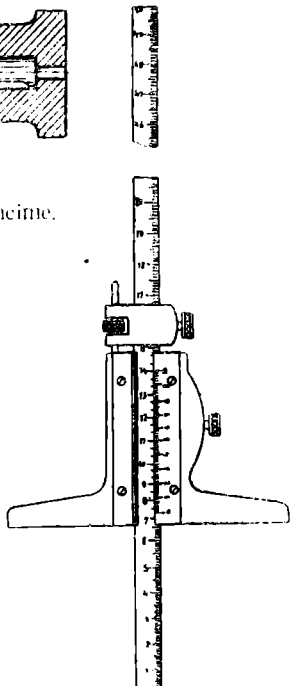


Fig. 40. Șubler de adîncime.

În fig. 34 sînt arătate două poziţii de citire a vernierului.

La măsurările de precizie se repetă de mai multe ori măsurarea în acelaşi loc.

Poziţia corectă de măsurare cu şublerul este arătată în fig. 35—39.

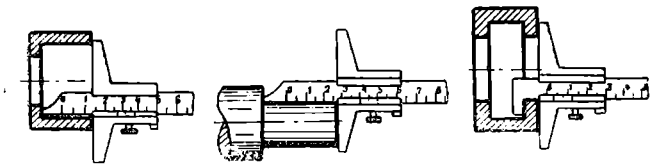


Fig. 41. Măsurarea adîncimii cu şublerul de adîncime.

Şublerul de adîncime (fig. 40). Părţile principale ale şublerului care serveşte la măsurarea adîncimii sînt rigla gradată şi cursorul cu talpă; zecimile de milimetru se citesc cu ajutorul vernierului. În timpul măsurării trebuie păstrată o poziţie corectă a şublerului de adîncime (fig. 41).

Micrometrul. Se folosesc trei tipuri de micrometre: de exterior (fig. 42), interior şi adîncime.

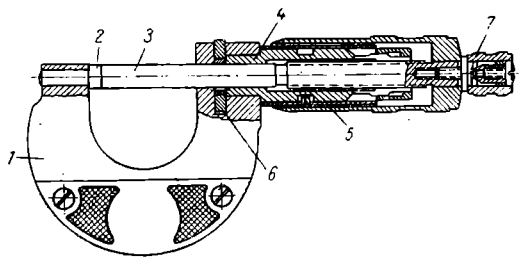
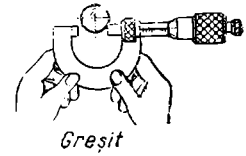


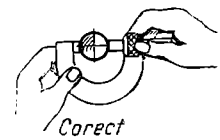
Fig. 42. Construcţia micrometrului de exterior:
1 — potcoavă; *2* — nicovală; *3* — tija şurubului micrometric; *4* — braţ cilindric; *5* — tambur de măsurare; *6* — dispozitiv de fixare; *7* — dispozitiv pentru limitarea apăsării.

Partea principală a micrometrului este potcoava care formează corp comun cu braţul cilindric în care se deplasează tija de măsurare. Braţul cilindric are o gaură filetată în care se deplasează tija şurubului micrometric, de care este fixat, strîns fără joc, tamburul de măsurare. Pe suprafaţa exterioară a braţului cilindric sînt trasate diviziunile milimetrice şi semimilimetrice despărţite printr-o linie. Diviziunile milimetrice sînt deplasate cu 0,5 mm faţă de cele semimilimetrice.

Pasul şurubului micrometric este de 0,5 sau 1 mm, astfel încît la fiecare rotire tamburul (tija de măsurat) îşi schimbă poziţia în direcţie axială cu 1,0 sau cu 0,5 mm. Faţeta conică a tamburului este divizată în 100 părţi egale, cînd pasul şurubului este de 1 mm şi fiecare diviziune indică o sutime de milimetru (fig. 43, *a*). Dacă pasul şurubului (filetului tijei de măsurat) este de 0,5 mm, tamburul este împărţit în 50 de părţi egale (fig. 43, *b*) şi fiecare diviziune indică de asemenea o sutime de milimetru.



La măsurare se apasă uşor tija de măsurat pe piesă. În acest scop se foloseşte dispozitivul pentru limitarea apăsării. Apoi se strînge tija cu dispozitivul de fixare şi se scoate uşor micrometrul de pe piesă.



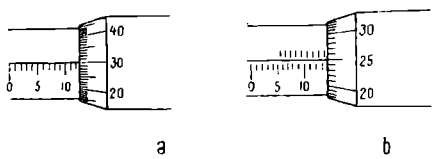


Fig. 43. Citirea micrometrului: *a* — valoarea citită: 12,30 mm; *b* — valoarea citită: 13,75 mm.

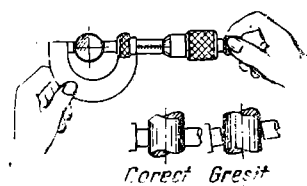


Fig. 44. Exemple de măsurare cu micrometrul.

La braţul de măsurare se citesc milimetri întregi, iar pe tamburul de măsurare sutimile de milimetri. Feţele frontale ale tijei şi tamponului (nicovalei) de măsurare trebuie să nu se aşeze cu colţul, ci cu faţa pe piesele cilindrice sau să calce în întregime pe cele plane. Trebuie evitată măsurarea numai cu marginile feţelor (fig. 44). Dacă se măsoară timp mai îndelungat cu micro-

Fig. 45. Micrometru de interior.

metrul se foloseşte un suport sau potcoava se înfăşoară cu o bucată de stofă, deoarece căldura mîinii influenţează precizia măsurării.

La măsurarea alezajelor se utilizează micrometrul de interior (fig. 45). La măsurare micrometrul se aşază în direcţia dia-

metrului; cu o mînă tija se presează pe peretele alezajului, iar cu cealaltă se învîrteşte şurubul pînă cînd suprafaţa de măsurare vine în contact cu peretele opus. În acest timp se mişcă puţin capătul liber al micrometrului pentru a-l orienta exact după diametru.

Micrometrul de adîncime se foloseşte atunci cînd este nevoie de o citire mai precisă decît aceea care se poate obţine la măsurarea cu şublerul.

Atît micrometrul de interior, cît şi cel de adîncime sînt dotate cu o trusă de tije de măsurare de schimb şi astfel ele pot fi utilizate între limite de dimensiuni mai mari.

Cale plan-paralele. Calele plan-paralele sînt nişte plăcuţe de oţel, de secţiune dreptunghiulară şi cu suprafeţe perfect paralele. Calele plan-paralele sînt grupate în mai multe clase de precizie. Clasa cea mai precisă se foloseşte pentru verificarea instrumentelor de măsurat, iar cea mai puţin precisă pentru confecţionarea sculelor de precizie, iar în fabricaţie: la trasaj, la centrări şi la aşezarea cuţitelor.

Calele plan-paralele se grupează în garnituri constituite dintr-un anumit număr de cale, în funcţie de dimensiunile lor de fabricaţie.

Instrumentul mecanic de măsurat de cea mai mare precizie este, pînă în prezent, cala plan-paralelă. Ea stă la baza reglării şi verificării instrumentelor de măsurat.

Calele pot fi utilizate individual sau mai multe unite într-un bloc (fig. 46). Întrebuinţarea lor este înlesnită prin diferitele completări ale calei plan-paralele cu suporturi cu şurub, vîrfuri de compas şi de centrare pentru trasaj, fălci de măsurare necesare la măsurări interioare şi exterioare (fig. 47).

La utilizarea calelor trebuie să se procedeze totdeauna cu cea mai mare atenţie, iar suprafeţele de măsurat să fie degresate. Înainte de utilizare calele trebuie să se şteargă cu un pămătuf de vată muiată în benzină uşoară sau în alcool, apoi să se îndepărteze scamele lipite de cale cu o pensulă foarte fină. Este recomandabil să se utilizeze un cleşte sau o pensetă la manipularea calelor.

Lungimea necesară se obţine prin formarea blocului din cale de diferite mărimi. Calele se aşază mai întîi în cruce una peste cealaltă, apoi se rotesc în acelaşi plan,

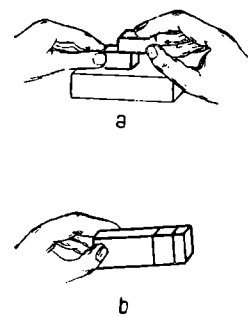


Fig. 46. Compunerea calelor:
a — calele se împing una peste alta; *b* — aderenţa calelor.

operaţie prin care se obţine o aderenţă bună. Trebuie avut în vedere să nu cadă din mîna nici o cală, deoarece prin lovire ele se deteriorează. Formarea blocului trebuie făcută întotdeauna deasupra unui postav moale. Pentru aceasta, la început se aleg calele de dimensiuni mai mici şi apoi se trece la calele de di-

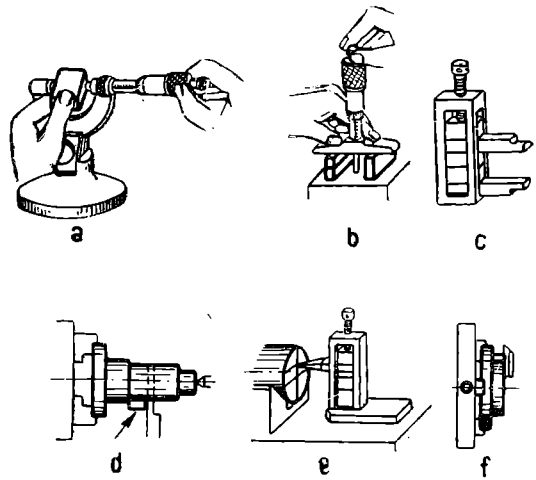


Fig. 47. Folosirea calelor:

a, *b* — verificarea unor micrometre; *c* — măsurarea unui diametru exterior cu brida cu şurub; *d* — aşezarea unui cutit de strung; *e* — trasare; *f* — verificarea unei prelucrări la strung.

mensiuni mai mari. La desfacerea blocului succesiunea este inversă formării blocului. Pe urmă calele se şterg şi se ung cu o unsoare fără acizi. Garniturile de cale trebuie ferite de praf, de loviri, iar cutia lor, bine etanşată, trebuie să fie întotdeauna acoperită.

Comparatorul. Instrumentele de măsurat tratate pînă acum servesc la măsurările directe. Instrumentele şi aparatele de măsurat, care servesc la măsurări indirecte sau la comparaţii, formează o altă categorie. Cu ele se stabilesc abaterile de la o dimensiune dată. Tipul cel mai răspîndit al aparatelor de această categorie este comparatorul.

La utilizarea şublerului sau a micrometrului calitatea măsurării este influenţată de mulţi factori, care nu pot fi determinaţi, cum sînt: practica muncitorului, îndemînarea cu care el potriveşte aparatul de măsurat etc. Comparatorul indică rezultatul măsurării fără a depinde de practica şi îndemînarea muncitorului.

La măsurare, mişcarea tijei de măsurare, ieşită din corpul comparatorului, este transmisă printr-o cremalieră, cu ajutorul unui angrenaj de roţi dinţate, unui ac. Acul se deplasează în faţa unui cadran, iar citirea dimensiunii este uşoară şi fără erori. Tija de măsurare este apăsată pe piesă de un resort, care are un capăt fixat de tijă, iar celălalt de cutia comparatorului. Diviziunile cadranului indică în cele mai multe cazuri o sutime de milimetru (0,01 mm), dar există şi comparatoare cu gradaţia de o miime de milimetru (0,001 mm).

Mecanismul comparatorului este montat într-o cutie etanşă de aluminiu. Comparatorul are unul sau două ace. Cel din urmă este de o execuţie mai perfectă (fig. 48). Scara din mijloc indică

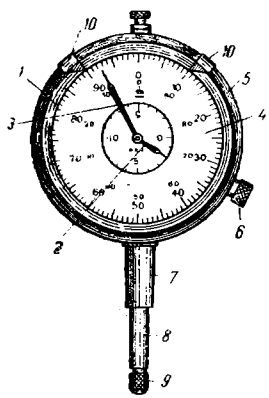


Fig. 48. Comparator cu două ace:

1 — carcasa; *2* — ac pentru milimetri; *3* — ac pentru sutimi; *4* — cadran; *5* — ramă rotativă; *6* — şurub de fixare; *7* — bucşă; *8* — tijă; *9* — vîrf de măsurare; *10* — indicatoare pentru abateri admisibile.

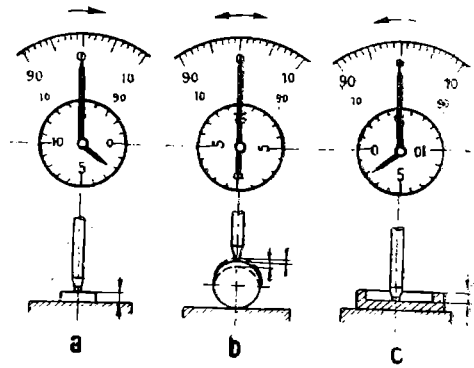


Fig. 49. Utilizarea comparatorului cu două ace:

a — măsurarea unei grosimi; *b* — măsurarea unor diferenţe de diametru; *c* — măsurarea unei adîncimi.

milimetrii întregi, iar scara exterioară diviziuni de o sutime (1/100 mm). Cadranul împreună cu rama exterioară pot fi rotite şi acul poate fi aşezat la diviziunea 0 (fig. 49).

Nu este admis să se ungă tija de măsurare. Trebuie să se aibă grijă ca tija să nu se lovească de obiectul de măsurat, deoarece mecanismul cu roţi dinţate poate să se defecteze.

E c h e r e ş i r a p o r t o a r e. Unghiurile se pot măsura cu ajutorul unor echere cu braţe fixe sau mobile, precum şi cu ra-

portorul cu gradaţie, la care valoarea unghiului se citeşte pe gradaţia sectorului de cerc fixat de braţul mobil al raportorului.

Forma de echer cea mai răspîndită este aceea care serveşte la măsurarea unghiurilor de 90° (fig. 50). Echerele confecţio-

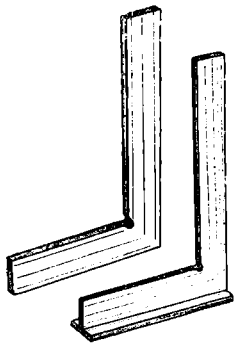


Fig. 50. Echer simplu şi echer cu talpă.

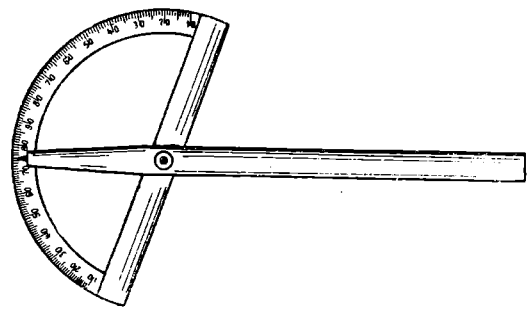


Fig. 51. Raportor simplu.

nate sînt de mai multe clase de precizie. Echerul de precizie mare serveşte la verificarea aparatelor de măsurat. Echerul de precizie redusă se utilizează în fabricaţie, la verificarea pieselor gata confecţionate, la aşezarea cuţitului de aşchiere şi la trasare.

În practică se mai folosesc şi echerele de 60° sau de 120° (la fabricarea şuruburilor exagonale şi a piuliţelor). Există şi echere reglabile, fără gradaţie, folosite, de exemplu, la executarea modelelor de turnare, la executarea filetelor, dar mai ales la transpunerea şi compararea unghiurilor.

Raportoarele pot fi simple sau universale. La măsurarea unghiurilor cu ajutorul raportorului simplu (fig. 51) se aşază piesa, cu suprafeţele între care se află unghiul de măsurat, între talpa şi rigla raportorului şi se citeşte unghiul corespunzător pe scară. Se întîmplă uneori, ca citirea directă să nu fie posibilă. În aceste cazuri se scade valoarea citită din 90°, sau, în alte cazuri, se scad 90° din valoarea citită.

La o măsurare de precizie se foloseşte raportorul universal (fig. 52). Scara raportorului universal este prevăzută cu patru gradaţii principale (4×90°). Pe această scară se poate citi orice unghi de la 0—360°. Rigla mobilă poate fi deplasată în direcţia longitudinală.

Gradele întregi se citesc peste tot în raport cu punctul de plecare. Cele două feţe frontale ale riglei mobile sînt teşite la

60°, respectiv la 45°, şi pot fi folosite la măsurarea canelurilor şi a colţurilor.

Gradele întregi se citesc pe scara principală.

Să ne imaginăm că rigla mobilă se află în poziţia marcată cu linii punctate *A* (fig. 53, *a*). În această poziţie diviziunea 0 a vernierului coincide cu diviziunea 0 a gradaţiei principale. După ce raportorul a fost rotit cu un unghi α, pînă cînd ajunge în poziţia *B* prima diviziune a vernierului arată poziţia indicată cu săgeată: 60°.

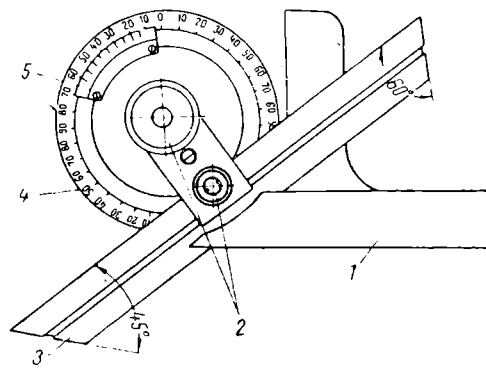


Fig. 52. Raportor universal:
1 — riglă fixă; *2* — şuruburi de fixare; *3* — riglă mobilă; *4* — gradaţie principală, *5* — vernier pentru minute.

În fig. 53, *b* se pleacă de la premisa că se măsoară unghiul β. Punctul de plecare este poziţia *B* indicată cu linii punctate a riglei mobile, care se roteşte cu unghiul β în sensul indicat de săgeată, pînă cînd ajunge în poziţia *A*, în care atinge suprafaţa de măsurat.

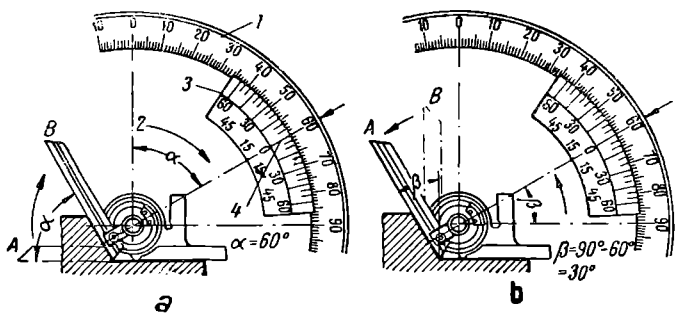


Fig. 53. Citirea gradelor întregi pe raportorul universal:
1 — gradaţia principală; *2* — sensul de rotaţie; *3* — vernier; *4* — linia zero.

În poziţia *B*, diviziunea 0 de pe vernier coincidea cu 90° pe gradaţia principală. După rotire raportorul indică 60°. Scăzînd 60° din 90° se obţine valoarea unghiului β, adică $\beta = 90 - 60 = 30°$.

Fracţiunile gradelor se citesc cu ajutorul vernierului (fig. 54). Pentru aceasta se împarte o porţiune de arc de cerc, de 23°, în 12 părţi egale. Valoarea unei diviziuni este de $23 : 12 = 1° + 11/12°$. Valoarea de $11/12°$ este de 55′, care scăzută din 60′ dă valoarea $1/12°$, egală cu 5′.

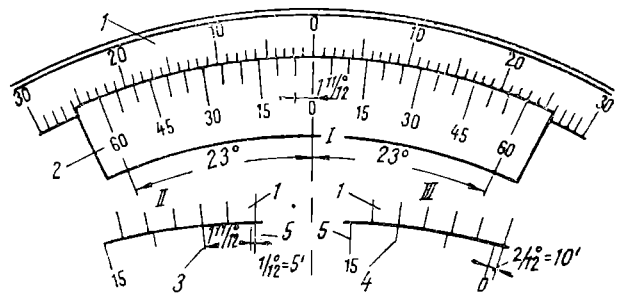


Fig. 54. Citirea fracţiunilor de grad:
1 — gradaţia principală; *2* — vernier; *3* — prima diviziune a vernierului; *4* — a doua diviziune a vernierului.

De aici rezultă, că dacă prima diviziune după zero a vernierului coincide cu o diviziune oarecare a gradaţiei principale, *I*, atunci unghiul măsurat este cu 5 mai mare decît gradul întreg citit. Această poziţie este arătată în partea însemnată cu *II* a figurii. Dacă diviziunea a doua după zero a vernierului coincide cu o diviziune a gradaţiei principale, atunci unghiul măsurat este cu 10′ mai mare decît gradul întreg citit. O astfel de măsurare este arătată în partea marcată cu *III* a figurii.

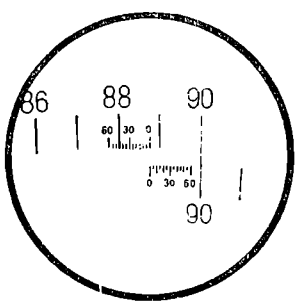


Fig. 55. Cîmpul vizual al raportorului optic, citirea: 88°45′.

Vernierul indică minutele în acelaşi sens de rotire, în care s-a citit numărul gradelor întregi de pe gradaţia principală. Fracţiunea citită se adaugă la numărul de grade întregi.

Gradele şi minutele indicate de raportorul universal perfecţionat se citesc cu ajutorul unei lupe.

Cu raportorul optic se poate aprecia cu ochiul liber o diviziune de 2,5′ (fig. 55).

La măsurarea cu raportorul universal se slăbesc întîi şuruburile de fixare, apoi se fixează corect poziţia raportorului, se strîng şuruburile şi se citesc valorile numerice. Obiectul de măsurat trebuie să fie perpendicular pe feţele laterale ale raportorului. Aşezarea pe colţuri sau răsucirea raportorului dă rezultate eronate. La măsurarea unor unghiuri pe piese conice tre-

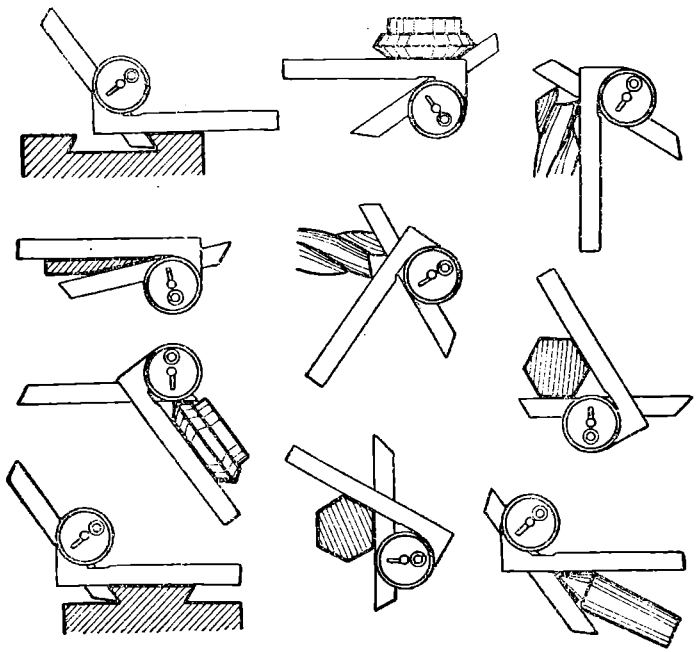


Fig. 56. Exemple de folosire a raportorului universal.

buie să fim atenţi ca rigla mobilă şi cea fixă să fie aplicate în lungul unor generatoare opuse (fig. 56).

Un aparat foarte important folosit în atelierele mecanice este raportorul pentru măsurarea unghiului de ascuţire al cuţitelor şi a poziţiei relative a feţelor de aşchiere. Cuţitul de strung se fixează pe sanie şi feţele de aşchiere se ating cu plăci ajutătoare. Pe scara unghiurilor se citeşte unghiul de ascuţire (fig. 57). Unghiul de înclinare a pieselor conice se măsoară cu ajutorul raportorului în modul arătat în fig. 58.

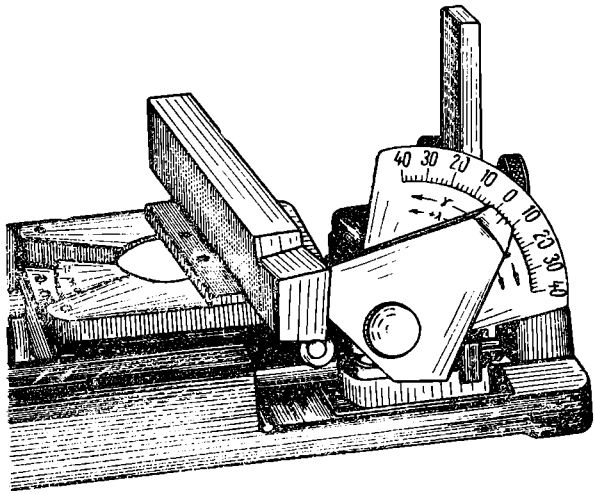


Fig. 57. Raportor universal pentru măsurarea unghiurilor tăișului la cuțite de strung.

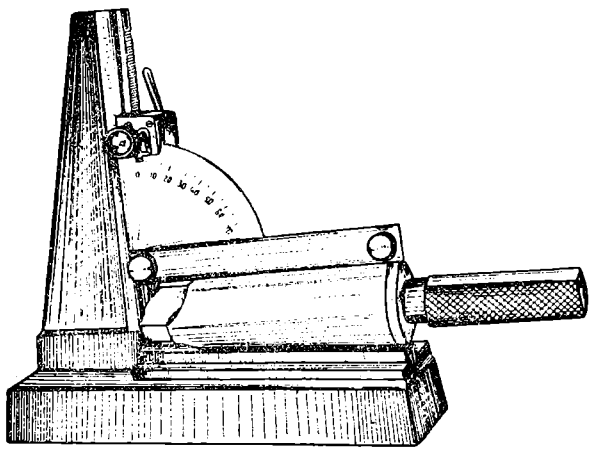


Fig. 58. Raportor pentru măsurarea conicității.

La ascuţirea cuţitelor, în special la ascuţirea cuţitelor de filetare, a burghielor etc., se utilizează raportoare de formă constantă (şabloane sau lere) (fig. 59).

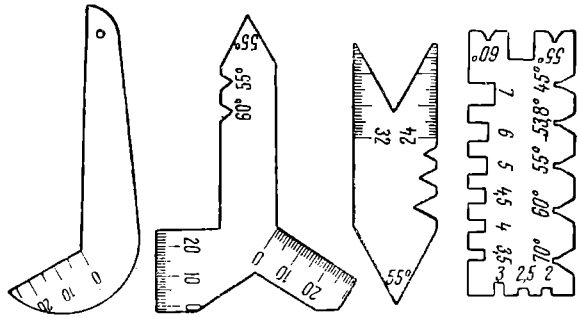


Fig. 59. Şabloane fixe pentru măsurarea unghiurilor.

Măsurarea cu calibre. Folosirea sculelor, utilajelor şi aparatelor de măsurat necesită o practică îndelungată. O dată cu dezvoltarea producţiei în serie a devenit necesară o metodă de măsurare rapidă. Această necesitate a fost satisfăcută cu ajutorul calibrelor tampon, calibrelor inel şi calibrelor potcoavă. Utilizarea lor este totuşi îngreunată de faptul că sînt confecţionate numai pentru o singură dimensiune şi că precizia măsurării depinde mult de dexteritatea muncitorului. Acest dezavantaj este eliminat prin calibre de măsurat limitative, cu care se poate constata dacă piesa se încadrează între abaterile admisibile.

Calibrele simple se confecţionează la dimensiunea nominală a piesei de executat. Exactitatea executării unei dimensiuni se stabileşte după cum se îmbină şablonul cu piesa (liber sau strîns).

Calibrele limitative, după cum s-a mai arătat, servesc la măsurarea abaterilor admisibile de la dimensiunea nominală şi poartă inscripţiile „trece" sau „nu trece". Se utilizează şi marcarea cu „bun" şi „rebut". Pe partea „rebut" marcarea este de culoare roşie.

Cu calibrele potcoavă limitative se măsoară diametrele exterioare ale pieselor cilindrice. Partea marcată cu „bun" trebuie să alunece uşor, eventual prin greutatea ei proprie, pe piesa confecţionată. Dimensiunea părţii „rebut" este cea cu diametrul minim. Dacă şi aceasta intră pe piesă, atunci piesa este rebutată. Pentru diametre pînă la 100 mm se confecţionează calibre cu

două furci (fig. 60, *a* şi *e*), iar pentru măsurarea diametrelor de peste 100 mm se confecţionează separat cîte un calibru pentru „bun" şi „rebut". Sînt calibre potcoavă limitative la care ambele suprafeţe de măsurat sînt aşezate una lîngă cealaltă, pe acelaşi braţ (fig. 60, *b, c, d* şi *f*); se folosesc şi calibre reglabile (fig. 60, *g* şi *h*).

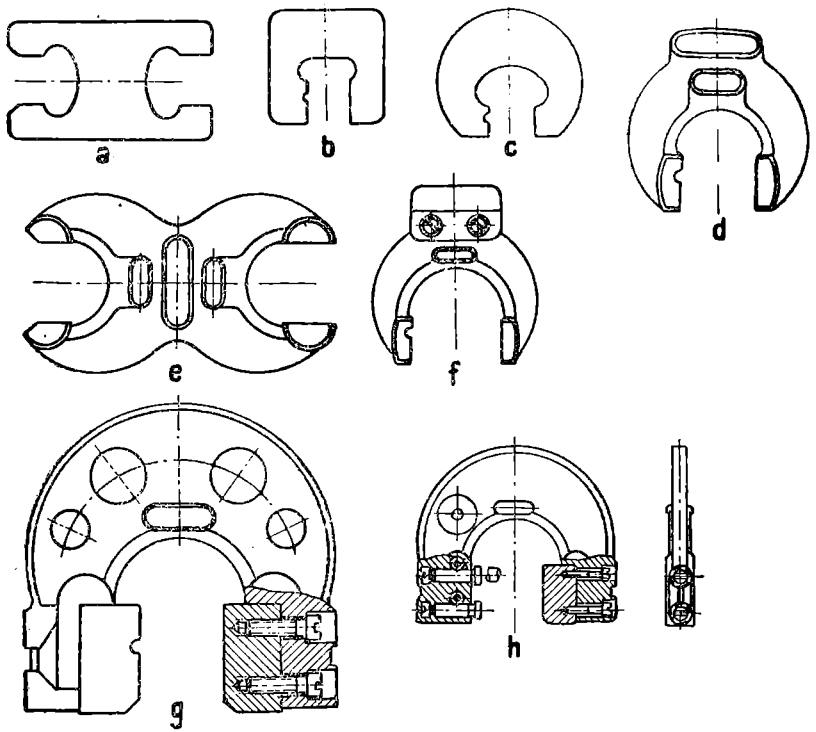


Fig. 60. Calibre potcoavă pentru verificarea diametrelor exterioare.

Alezajele se măsoară cu calibre tampon (fig. 61, *a, b* şi *c*). Pentru măsurarea diametrelor interioare mari (între 100 şi 260 mm) se confecţionează calibre plate (fig. 61, *d* şi *e*). Pentru alezajele cu diametru mai mare de 260 mm, se folosesc calibrele vergea cu capetele sferice (fig. 61, *f*).

Pe calibrele limitative este indicată dimensiunea nominală, valoarea abaterii precum şi semnul ajustajului.

Trebuie să se aibă grijă ca, la măsurare, temperatura piesei şi a instrumentului de măsurare să fie aceeaşi. La măsurarea alezajelor pieselor cu pereţi subţiri să nu se apese cu forţă calibrele tampon, şi în special calibrele vergea, deoarece piesea s-ar putea deforma. La fel ca şi la alte aparate de măsurat, înainte

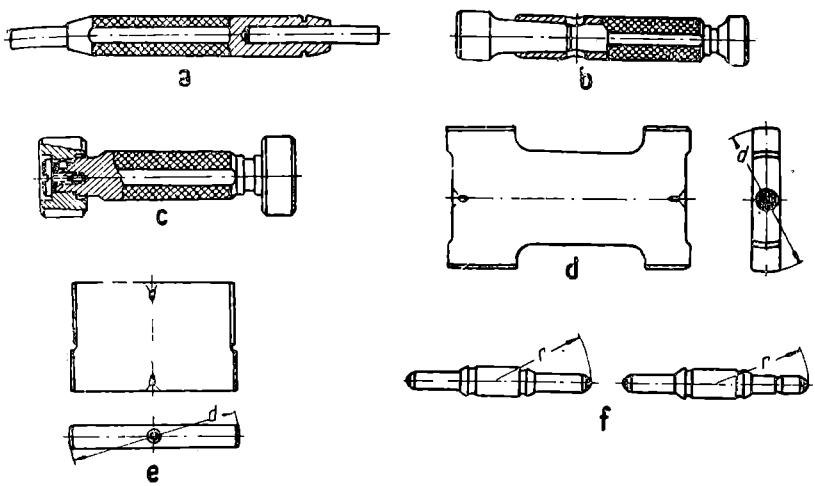


Fig. 61. Calibre tampon pentru alezaje.

de întrebuinţare, calibrele să se şteargă cu grijă, iar după folosire să se ungă cu ulei de parafină. Calibrele trebuie ferite de lovituri.

Măsurarea filetelor. Filetele sînt denumite după *profilul, direcţia* şi *pasul* filetului.

Caracteristicile principale ale filetului sînt arătate în fig 62. Sînt standardizate următoarele unghiuri ale profilului filetului:

— la *filetul metric* . . . . 60°;
— la *filetul Withworth* . . . . . 55°;
— la *filetul trapezoidal* şi *rotund* . . 30°.

La *filetul ferestrău* unghiurile de înclinare ale celor două feţe ale profilului sînt diferite: pe o faţă unghiul de înclinare este de 30°, iar pe cealaltă de 3°.

Diametrul exterior se măsoară, în funcţie de precizia cerută, cu şublerul sau cu micrometrul; la producţia în masă se folosesc calibre.

Diametrul interior se poate măsura cu şublerul sau cu micrometrul de filete (fig. 63).

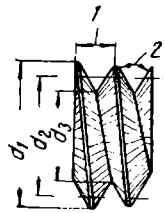


Fig. 62. Caracteristicile principale ale filetului:

1 — pasul; *2* — unghiul filetului; d_1 — diametrul exterior; d_2 — diametrul mediu; d_3 — diametrul interior.

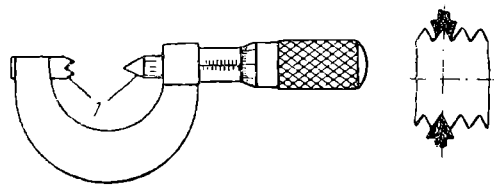


Fig. 63. Micrometru pentru măsurarea filetelor:

1 — adaosuri de măsurare.

Pasul unui filet se stabileşte în funcţie de numărul de spire pe unitatea de lungime sau în funcţie de lungimea pasului (fig. 64, *a*), în mm. La filetele în ţoli, pasul se stabileşte în funcţie de numărul spirelor pe lungimea de 1″ (un ţol) (fig. 64, *b*).

În practică, rezultate bune la determinarea pasului unui filet se obţin cu garnitura de piepteni de filet. Pieptenul de filet se poate folosi şi la verificarea profilului (fig. 65).

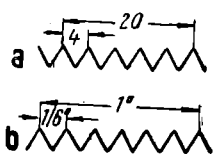


Fig. 64. Citirea pasului:

a — filet metric cu pasul 4 mm; *b* — filet, în ţoli, cu 6 paşi pe ţol.

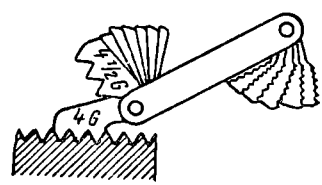


Fig. 65. Piepteni de filet şi determinarea pasului filetului unei ţevi de 4″.

Pentru măsurarea *diametrului mediu* al unui filet se foloseşte micrometrul şi se aplică metoda celor trei sîrme. Se aşază o sîrmă între două spire, iar celelalte două sîrme de o parte şi de cea-

laltă a spirei din partea opusă (fig. 66 şi 67), apoi se citeşte pe tamburul de măsurat al micrometrului valoarea nominală a diametrului mediu.

Valoarea corespunzătoare a diametrului mediu real se ia din tabele.

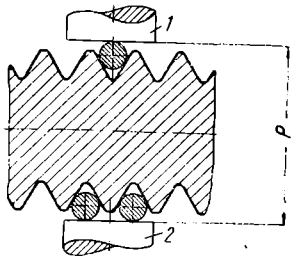


Fig. 66. Măsurarea diametrului mediu cu sîrmă de măsurat:

1 — şurubul micrometrului;
2 — nicovala micrometrului.

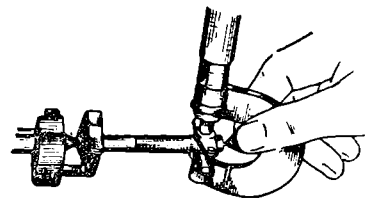


Fig. 67. Micrometrul cu sîrme de măsurat.

Diametrul mediu al unui filet interior se măsoară cu un micrometru special cu un palpator cu două bile, aparat construit special în acest scop sau cu un micrometru special, prevăzut cu comparator.

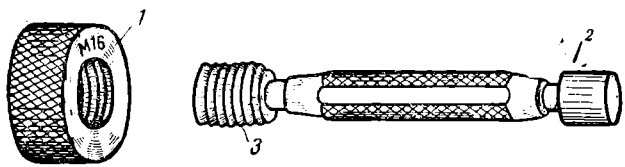


Fig. 68. Calibru-fus şi calibru-inel pentru verificarea filetelor:

1 — calibru inel filete exterioare; 2 — calibru tampon pentru diametrul interior; 3 — calibru cep pentru filete interioare.

Verificarea filetelor cu calibre. La producţia în serie, filetul se măsoară cu ajutorul calibrelor limitative. La filetele interioare se măsoară alezajul (gaura nefiletată) cu un calibru tampon, iar filetul cu un calibru de filet (fig. 68).

V.

STRUNJIREA ȘI CUȚITE PENTRU STRUNJIRE

NOȚIUNI DESPRE STRUNJIRE

Mișcările principale și secundare la strunjire. La strunjire piesa se fixează în dispozitivul de fixare și i se imprimă o mișcare de rotație, iar cu cuțitul se îndepărtează adaosul de prelucrare prin așchiere.

Mișcările necesare la strunjire sînt următoarele:

1) *mișcarea principală de așchiere;*
2) *avansul longitudinal;*
3) *avansul transversal.*

Piesa fixată în dispozitivul de fixare al strungului execută o mișcare de rotație. Datorită rezistenței mari a cuțitului, care pătrunde în piesa care se rotește, se desprind de pe suprafața materialului așchii. Rotirea piesei în timpul strunjirii constituie mișcarea principală de așchiere. Deplasarea în unitatea de timp a circumferinței piesei față de cuțit este *viteza de așchiere*. Avansul longitudinal și cel transversal sînt mișcări secundare de așchiere (fig. 69).

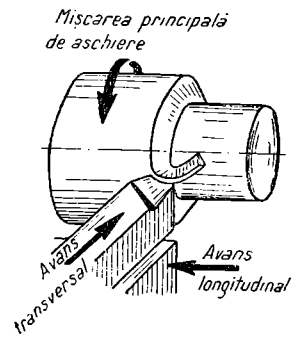


Fig. 69. Mișcările la strunjire.

Direcția avansului transversal este perpendiculară pe axa de rotație a piesei de prelucrat, dar, de exemplu, la strungurile de copiere sau la strunjirea conică prin rotirea saniei portcuțit, poate să formeze un alt unghi.

Desprinderea așchiilor trebuie să fie continuă, ceea ce se obține deplasînd cuțitul continuu față de piesa care se rotește. Această mișcare se numește *avans*. Avansul poate să fie paralel cu axa de rotație a piesei de prelucrat. Acesta este avansul longitudinal (fig. 70). Dar cuțitul se poate deplasa și perpendicular pe axa piesei. Acesta se numește avansul transversal (fig. 71). În

acest caz suprafaţa prelucrată va fi plană (suprafaţa frontală a piesei strunjite).

Grosimea materialului desprins la aşchiere este adîncimea aşchiei. Avansul longitudinal şi adîncimea de aşchiere determină *secţiunea aşchiei* (fig. 72).

Secţiunea aşchiei F = adîncimea aşchiei $f \times$ avansul e.

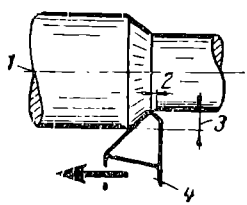
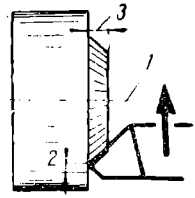


Fig. 70. Strunjire longitudinală

1 — axa de rotaţie; *2* — avansul; *3* — adîncimea de aşchiere; *4* — cuţitul.



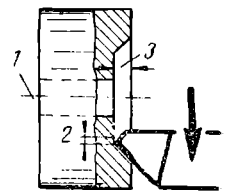


Fig. 71. Strunjire transversală:

1 — axa de rotaţie; *2* — avansul; *3* — adîncimea de aşchiere.

Secţiunea aşchiei este în general dreptunghiulară. La aceeaşi secţiune dimensiunile aşchiei pot fi diferite (fig. 73) şi invers, la aceeaşi secţiune pot să corespundă dimensiuni diferite.

La strunjirea cu o secţiune mare şi cu un avans mare, urma cuţitului este foarte vizibilă. În acest caz prelucrarea se numeşte *degroşare* sau *eboşare*. La această operaţie se urmăreşte îndepărtarea în timpul cel mai scurt posibil a adaosului de prelucrare. Pentru degroşare este caracteristică cantitatea de aşchii desprinse într-un minut (A, cm³/min).

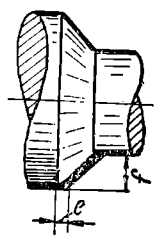


Fig. 72. Secţiunea aşchiei.

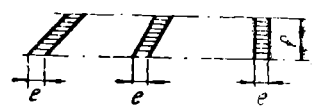


Fig. 73. Secţiuni transversale diferite pentru acelaşi avans şi aceeaşi adîncime de aşchiere.

Finisarea este operaţia de prelucrare prin care se obţine o dimensiune cît mai precisă; secţiunea aşchiei este mică, iar urmele lăsate de cuţit pe suprafaţa prelucrată sînt mici. Finisarea este caracterizată prin aceea că se obţine cali-

tatea prescrisă a suprafeţei în timpul cel mai scurt posibil. Pentru finisare este caracteristică mărimea suprafeţei prelucrate pe minut (f, cm²/min).

Viteza de aşchiere (calculul vitezei de aşchiere, viteza de aşchiere necesară). Viteza este distanţa parcursă în unitate de timp. Unitatea de timp poate fi minutul (min) sau secunda (s). Distanţa parcursă se măsoară în metri (m). Simbolul vitezei este, deci:

m/min=metri pe minut (viteza de aşchiere la strunjire, frezare, rabotare etc.);

m/s=metri pe secundă (viteza periferică a transmisiei prin curele, a pietrei de polizor etc.).

Exemplu: Care este viteza de aşchiere la prelucrarea piesei arătată în fig. 74?

Circumferinţa piesei este:

$L=\pi \cdot d$, sau exprimată în cifre,

$L = 3{,}14 \times 200 = 628$ mm=0,628 m.

Deci distanţa parcursă faţă de cuţit, în timpul unei rotaţii, este de 0,628 m. Dacă piesa face 80 rot/min, atunci distanţa parcursă va fi: $0{,}628 \times 80 = 50{,}24$ m/min. Această viteză este viteza de aşchiere, prin care se înţelege viteza suprafeţei piesei în raport cu tăişul cuţitului.

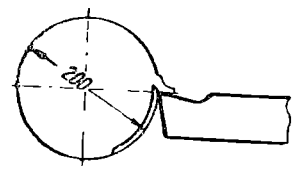


Fig. 74.

Viteza se notează cu litera v (m/min); diametrul piesei cu d (mm), iar turaţia cu n (rot/min). Formula de calcul a vitezei de aşchiere va fi

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1\,000}\ [\text{m/min}].$$

Viteza de aşchiere este produsul dintre perimetru şi turaţie. Acest produs trebuie împărţit la 1 000 deoarece diametrul se măsoară în milimetri, iar rezultatul trebuie obţinut în metri. Cunoscîndu-se viteza de tăiere şi fiind necesar să se calculeze turaţia, formula de calcul va fi

$$n = \frac{1\,000 \cdot v}{d}\ [\text{rot/min}].$$

Pentru calcularea vitezei de aşchiere se folosesc tabele şi grafice (tabela 13).

Tabela 13. **Relațiile dintre turație, diametru și viteza de așchiere**

Turația axului principal	Diametrul piesei de prelucrat d, mm																		
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	220	250	300	350	400	470	550
25				3,9	4,7	5,5	6,3	7,0	7,8	9,4	11 8	14,2	17,3	20,4	23,6	27,5	31.4	36,9	43,2
36			4,5	5,6	6,8	7,9	9,0	10,2	11,3	13 6	17,0	20,4	24,8	29,4	34,0	39,6	45,2	53	82
51	3,2	4,8	6,4	8.0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0	19,2	24.0	28,8	35.3	41,7	48,0	56	61	75	88
70	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15.4	17,6	19,8	22.0	26,4	33,0	39,6	48,4	57	66	77	88	103	121
100	6,3	9.4	12,6	15,7	18,8	22,0	25,0	28,2	31,4	37.6	47,0	57	69	88	94	110	125	148	176
141	8,8	13,3	17,7	22,2	26,6	31,0	35,4	39,9	44,3	53	66	80	97	115	133	155	177	208	244
200	12,6	18,9	25,2	31,0	37,7	44,0	50	57	63	75	94	113	138	163	189	220	251	295	346
288	18,1	27,1	36,2	45.2	54	63	72	81	90	108	136	163	198	235	271	316	362		
410	25,8	38,6	51	64	77	90	103	116	129	154	193	232	284	335	386				
580	36,4	55	73	91	109	127	146	164	182	218	273	328	400						
820	51	77	103	128	154	180	206	232	258	308	386								
1 160	73	109	146	182	218	254	292	328	364										
Viteza de așchiere v, m/min																			

Viteza de aşchiere se indică la proiectarea tehnologică a operaţiei şi ea trebuie respectată în interesul unei prelucrări raţionale. Viteza de aşchiere se stabileşte în funcţie de materialul piesei, de mărimea şi construcţia maşinii, de starea ei de funcţionare, de scule, de modul de fixare, de secţiunea aşchiei, de mărimea avansului, de răcire. Aceşti factori determină mărimea *necesară* a vitezei de aşchiere.

Din motive economice, viteza de aşchiere se stabileşte astfel ca tăişul cuţitului să rămînă destul de ascuţit pe toată durata prelucrării. Ascuţirea repetată sau schimbarea sculei cauzează pierderi de timp.

Dacă însă schimbarea şi reglarea cuţitului necesită timp îndelungat iar aşezarea cuţitului este dificilă, viteza de tăiere trebuie astfel aleasă, încît tăişul cuţitului să fie utilizabil cît mai mult timp. Acest punct de vedere a fost luat în considerare la strunguri revolver şi la strunguri automate.

Valorile principale ale unei viteze raţionale de aşchiere sînt următoarele :

La strunjirea între vîrfuri cu cuţite din oţel rapid: v= 60 m/min.
La strunjirea între vîrfuri cu cuţite cu plăcuţe din aliaje dure: . . . . . v=150 m/min.
La strunguri revolver, pentru o durată a tăişului de 4 ore: . . . . . v=260 m/min.
La strunguri automate, pentru o durată a tăişului de 8—10 ore: . . . . . v=240 m/min sau 210 m/min.

Dacă se indică viteza cu simbolurile v_{60}, v_{150}, v_{240}, v_{480}, v_{600}, aceasta înseamnă că în condiţii de aşchiere date, viteza de aşchiere trebuie astfel stabilită, încît uzura tăişului cuţitului să se producă la interval de timp cît mai mare de 60, 150, 240, 480 sau 600 min.

CUŢITE PENTRU STRUNJIRE

Clasificarea cuţitelor de strung. Cuţitele de strung se clasifică în mod raţional după destinaţia lor (fig. 75): cuţite de degroşare, de finisare, de strunjit frontal, de retezare şi de strunjit la interior. După formă se deosebesc cuţite drepte şi încovoiate. Cuţitele de finisare sînt de două feluri : cu vîrful cuţitului rotunjit şi cu tăişul cuţitului în formă de lopată. Cuţitele pentru strunjire interioară pot fi pentru găuri străpunse şi pentru găuri înfundate. Forma şi dimensiunile cuţitului sînt corespunzătoare condiţiilor de prelucrare. Condiţii importante pentru obţinerea unei productivităţi înalte şi a unei prelucrări

raționale sînt confecționarea și ascuțirea corectă a cuțitului și stabilirea unui regim de lucru care să asigure o durată optimă de așchiere.

Pentru fiecare operație se va folosi cuțitul corespunzător. Nu este admis să se execute cu un singur cuțit mai multe operații diferite.

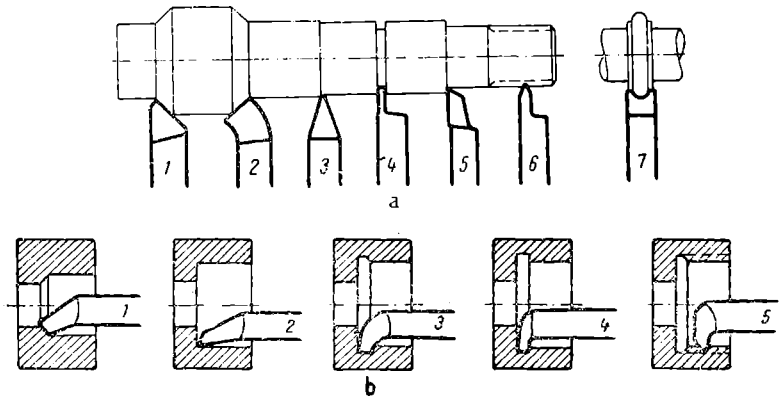


Fig. 75. Cuțite de strung:

a — cuțite pentru strunjire exterioară; *1* — cuțit de degroșare drept; *2* — cuțit încovoiat pentru degroșare; *3* — cuțit drept de finisare; *4* — cuțit de retezare (canelare); *5* — cuțit pentru strunjire plană; *6* — cuțit pentru filetare; *7* — cuțit profilat; *b* — cuțite pentru strunjire interioară; *1* — cuțit pentru găuri străpunse; *2* — cuțit pentru strunjire interioară; *3* — cutit pentru degajarea filetului; *4* — cuțit de canelare; *5* — cuțit pentru filetare interioară.

Dimensiunile cuțitelor de strung sînt stabilite prin standarde de stat:

Cuțite din oțel rapid prin STAS 351-49 pînă la STAS 365-49 și cuțite cu plăcuțe din aliaje dure prin STAS 367-49 pînă la STAS 380-49.

Unghiurile de așchiere ale cuțitului de strung. Forma geometrică elementară a oricărei scule de așchiere este pană. Tăișul în formă de pană al dălții, al frezei sau al cuțitului de strung pătrunde în material datorită unei forțe de apăsare. Calitatea prelucrării prin așchiere este determinată în primul rînd de forma geometrică a cuțitului.

Cuțitul are două părți principale: *corpul cuțitului,* care se fixează prin strîngere în portcuțit și *capul cuțitului,* care participă nemijlocit la așchiere.

Elementele geometrice ale capului cuțitului de strung (fig. 76) sînt următoarele:

— f a ț a d e d e g a j a r e, care este fața pe care alunecă așchia;

— f a ţ a d e a ş e z a r e p r i n c i p a l ă, care este faţa îndreptată spre piesa prelucrată;

— f a ţ a d e a ş e z a r e s e c u n d a r ă, care este faţa alăturată feţei de aşezare principale.

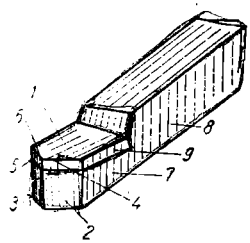


Fig. 76. Cuţit de strung:
1 — faţa de degajare; *2* — faţa de aşezare principală; *3* — faţa de aşezare secundară; *4* — tăişul principal; *5* — tăişul secundar; *6* — vîrful cuţitului; 7 — capul cuţitului; *8* — coada cuţitului; *9* — plăcuţă din aliaj dur.

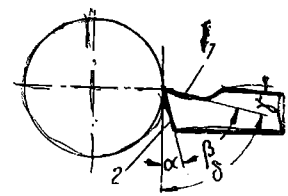


Fig. 77. Unghiurile tăişurilor cuţitului:
1 — faţa de degajare; *2* — faţa de aşezare principală.

Tăişurile cuţitului sînt următoarele:

— t ă i ş u l p r i n c i p a l, care este muchia formată la intersecţia feţei de degajare cu faţa de aşezare principală şi cade în direcţia deplasării cuţitului;

— t ă i ş u l s e c u n d a r, care este continuarea tăişului principal dincolo de vîrful cuţitului; acesta se formează prin întretăierea feţei de degajare cu suprafaţa secundară de aşezare.

La întretăierea tăişului principal cu cel secundar se află *vîrful* cuţitului.

Feţele de degajare şi cele de aşezare ale cuţitului de strung determină unghiurile de formă ale tăişurilor. Aceasta se notează cu literele mici din alfabetul grec (fig. 77).

α (alfa), *unghiul de aşezare* este format între faţa de aşezare şi tangenta la suprafaţa prelucrată.

(beta), *unghiul de ascuţire* este format între faţa de degajare şi cea de aşezare.

γ (gamma), *unghiul de degajare* este format între faţa de degajare şi perpendiculara la suprafaţa prelucrată.

δ (delta), *unghiul de aşchiere*, este format între faţa de degajare şi tangenta la suprafaţa prelucrată.

Din cele de mai sus rezultă că $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ şi $\alpha + \beta = \delta$. Astfel, valoarea unghiurilor de aşchiere este determinată de unghiul de aşezare şi unghiul de ascuţire.

Valoarea unghiurilor tăişurilor influenţează în mare măsură atît calitatea aşchierii, cît şi cantitatea aşchiilor desprinse.

Valoarea unghiului de ascuţire β se alege în funcţie de rezistenţa materialului prelucrat. Pentru un material cu o duritate mare se va alege un unghi de ascuţire mare, iar pentru un material moale, un unghi de ascuţire mic.

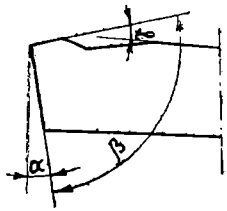


Fig. 78. Unghi de degajare negativ.

Dacă se alege un unghi de aşezare α mic, frecarea dintre faţa de aşezare şi suprafaţa prelucrată va fi mare, deci cuţitul se va încălzi puternic şi tăişul se va uza repede. Unghiul trebuie ales suficient de mare, pentru ca aşchia să se desprindă uşor de pe piesă.

Unghiul de degajare γ influenţează forma aşchiei. La un unghi de degajare mai mare, aşchia se desprinde mai uşor, deoarece se răsuceşte mai puţin şi necesită o forţă de aşchiere mai mică. La prelucrarea unui material dur, de exemplu la prelucrarea unui material dur turnat, unghiul de degajare se ia de 0°. Dacă cuţitul este armat cu plăcuţă dură, atunci la prelucrarea unui material dur unghiul de degajare poate fi negativ, iar valoarea $\alpha + \beta$ este mai mare decît 90°. În cazul schiţat în fig. 78 unghiul γ este negativ.

Alte unghiuri de formă sînt: *unghiul de vîrf* ε (epsilon) format între tăişul principal şi cel secundar şi *unghiul de înclinaţie* λ (lambda) format între tăişul principal şi un plan orizontal, care trece prin vîrful cuţitului.

Unghiurile de poziţie sînt: *unghiul de atac principal* $\varkappa$ (kapa), format între tăişul principal şi direcţia avansului şi *unghiul de atac secundar* $\varkappa_1$, format între tăişul secundar şi direcţia avansului (fig. 79).

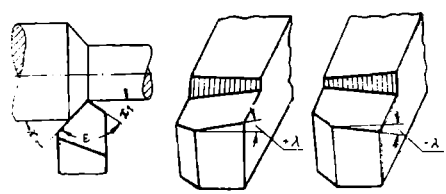


Fig. 79. Unghiuri secundare ale tăişurilor.

Unghiul de vîrf al cuţitului are o influenţă mare asupra durabilităţii cuţitului. Cu cît unghiul de vîrf este mai mare, cu atît este mai bine transmisă de la capul cuţitului spre corp căldura produsă la aşchiere. La un unghi de vîrf mic, cuţitul se încălzeşte repede şi se decăleşte. Transmiterea căldurii devine mai bună, dacă vîrful cuţitului este rotunjit. Datorită rotunjirii se obţine şi o suprafaţă strunjită mai netedă. Mări-

mea razei de racordare se alege în funcţie de prelucrare; pentru degroşare raza de racordare are o valoare diferită de cea a cuţitelor folosite la finisare. Mărimea razelor este dată în standardele de cuţite. Raza de racordare la *vîrf* este în general de 2—2,5 ori mai mare decît avansul. Nu se recomandă raze de racordare mai mari de 3 mm, deoarece cuţitul şi piesa ar putea să vibreze.

Unghiul de înclinaţie λ are mare influenţă asupra formării şi îndepărtării aşchiei. La lucrările de degroşare tăişul cuţitului are vîrful orientat în sus şi prin aceasta aşchia alunecă uşor pe faţa de degajare. Acesta este un unghi de înclinaţie pozitiv şi valoarea lui la prelucrarea oţelului şi a fontei cenuşii variază între 3 şi 5°.

Unghiul de înclinaţie negativ, orientat în jos, se foloseşte la aşchierea cuprului, bronzului şi altor materiale mai moi. Valoarea lui variază între —5° şi —8°. În unele cazuri se aşchiază cu tăişul fără înclinare.

De asemenea şi unghiul de atac $\varkappa$ influenţează mult durabilitate tăişului. La aceeaşi grosime a aşchiei, dacă unghiul de atac este mai mic, obţinem aşchie mai lată, încărcarea cuţitului este repartizată pe o lungime mai mare, ceea ce este avantajos. Se întîmplă însă că în acest caz cuţitul şi piesa intră uşor în vibraţie, iar axele lungi şi subţire flambează din cauza presiunii mari a cuţitului.

Tabela 14. **Alegerea unghiului de atac şi de vîrf**

Felul prelucrării	Unghiul de atac, $\varkappa$°	Unghiul de vîrf, ε°
Cuţite normale de strung, la prelucrarea pieselor rigide prinse între vîrfuri sau în universal	30 45 60 85	80 90 90 80
La prelucrarea pieselor lungi şi subţiri, prinse între vîrfuri	60 75 90	
La cuţite de finisare	45 60 75	
La strunjirea plană şi la prelucrarea fundului de gaură	90	
La cuţitele de retezare La cuţitele încovoiate pentru degroşare	90 45	

Observaţie. Unghiul de atac al cuţitului lat de finisare $\varkappa = 0 \ldots 1°$; la materialele greu de prelucrat $\varkappa = 5°$. La arborii rigizi, unde lungimea piesei este cel puţin de şase ori mai mari decît diametrul $\varkappa = 30°$.

Unghiul de atac şi unghiul de vîrf trebuie alese în concordanţă unul faţă de celălalt (tabela 14).

În acest sens există o relaţie între unghiul de atac $\varkappa$ şi unghiul de vîrf ε (tabela 15).

Tabela 15. **Unghiul de aşezare şi unghiul de vîrf la cuţitele de degroşare**

Cuţite de degroşare drepte		Cuţite de degroşare încovoiate	
unghiul de aşezare	unghiul de vîrf	unghiul de aşezare	unghiul de vîrf
$\varkappa°$	$\varepsilon°$	$\varkappa°$	$\varepsilon°$
45	100—110	45	100—110
65	90	65	90
85	80		

Valoarea unghiurilor cuţitului. Unghiurile cuţitelor de *strung din oţel rapid* trebuie alese după rezistenţa de rupere la tracţiune şi duritatea materialului prelucrat. În tabela 16 se dau indicaţii pentru unghiurile cuţitelor de strung din oţel rapid.

Tabela 16. **Valorile unghiurilor cuţitelor de strung confecţionate din oţel rapid**

	Materialul prelucrat	Rezistenţa la rupere σ kgf/mm²	Duritatea Brinell HB kgf/mm²	Valoarea unghiurilor		
				$\alpha°$	$\beta°$	$\gamma°$
1	Oţel OL 00...OL 42	<50		8	62	20
2	OL 50	50—60		8	64	18
3	OL 60	60—70		8	64	18
4	OL 70	70—80		8	68	14
5	Oţel turnat	pînă la 50		8	68	14
		50—70		8	72	10
		peste 70		8	74	8
6	Oţeluri aliate, cu crom-nichel, cu crom-molibden şi alte elemente	70— 85		8	68	14
		85—100		8	72	10
		100—140		8	72	10
7	Oţeluri pentru scule	150—180		8	72	10
8	Fontă Fc 12...14		pînă la 200	8	72	10
	Fc 18...26		200—250	8	80	2
	Fontă aliată		250—400	8	82	0
9	Fontă maleabilă	32—38		8	72	10

Tabela 16 (continuare)

	Materialul prelucrat	Rezistența la rupere σ kgf/mm²	Duritatea Brinell HB kgf/mm²	Valoarea unghiurilor		
				$\alpha°$	$\beta°$	$\gamma°$
10	Fontă dură		500—650	8	72	10
11	Aramă	22—33		10	55	25
12	Aramă pentru colectoare			10	66	14
13	Alamă	15—18	dură	8	82	0
			semidură	8	74	8
			moale	8	68	14
	Alamă turnată		40—45	8	72	10
14	Bronz		dur	8	82	0
			semidur	8	74	8
			moale	8	54	28
	Bronz turnat	13—20	60—180	8	72	10
15	Aluminiu pur	7—11	15—25	10	50	30
	Aliaje de aluminiu cu conținut de siliciu între			10	62	18
	11—13%	18—34	60—101	10	66	14
	Aliaje pentru pistoane					
16	Alte aliaje de aluminiu		30—58	10	66	14
17	Aliaje de magneziu			10	74	6

Observație. Valorile unghiului γ sînt valabile numai în cazul unor condiții optime de lucru în caz contrar valorile se majorează cu 15—25%; la prelucrarea materilelor moi se poate mări pînă la 30%. Prin aceasta se obține o suprafață curată și netedă.

La folosirea *cuțitelor de strung cu plăcuțe din aliaj dur* se modifică valoarea unghiului de așezare și a unghiului de degajare. Valorile lor sînt date în tabela 17. Valoarea unghiurilor se referă la plăcuțe și nu la corpul cuțitului.

Tabela 17. **Valorile unghiurilor cuțitelor de strung cu plăcuțe din aliaje dure**

	Materialul de prelucrat	Rezistența la rupere, kgf/mm², sau duritatea	Unghiul de	
			așezare α°	degajare. γ°
1	Oțel OL 00; OL 38; OL 42	pînă la 50	5	10—14
2	OL 50	50—60	5	10—14
3	OL 60	60—70	5	10—14
4	OL 70	70—80	5	10—14
5	Oțel turnat	30—50	5	10—14
6		50—70	5	6—10
7		peste 70	5	6—10
8	Oțeluri aliate cu mangan, crom-nichel, crom-molibden și alte elemente	70—85	5	6—10
9		85—100	5	2—6
10		100—140	5	2—6
11	Oțeluri inoxidabile	60—70	5	6—10
12	Oțeluri pentru scule	150—180	5	6
13	Fontă	sub 250 *HB* 250—400 *HB*	5 5	0—5 0
14	Fontă maleabilă		5	10
15	Aramă		8	18
16	Aramă pentru colectoare		8	14
17	Alamă	80—120 *HB*	5	6
18	Bronz turnat		5	6
19	Zinc turnat		12	10
20	Aluminiu pur		12	30
21	Aliaje de aluminiu (11—13% Si)		12	18
22	Aliaje pentru pistoane (11—13,5% Si)		12	14
23	Aliaje de magneziu		5	6
24	Cauciuc tare		12	10

La prelucrarea oţelului călit şi la folosirea plăcuţei din aliaje dure, cînd rezistenţa de rupere la tracţiune a materialului de prelucrat este 140—200 kgf/mm², valoarea unghiului de degajare se ia $\gamma = 15°$, a unghiului de atac $\varkappa = 45°—90°$, a unghiului de înclinaţie $\lambda = +4°$ şi a razei de racordare a vîrfului $r = 1{,}0 \ldots 2{,}0$ mm.

Dimensiunile principale ale cuţitului de strung. Dimensiunile cuţitului sînt în funcţie de secţiunea aşchiei, de puterea de aşchiere şi de dilatarea cuţitului. În afară de acestea trebuie luate în considerare şi înălţimea vîrfurilor şi rigiditatea maşinii-unelte. La prelucrarea oţelului de duritate mijlocie se folosesc cuţite cu secţiunile indicate în tabela 18.

Tabela 18. **Secţiunile uzuale ale cuţitelor**

Modul de fixare a cuţitului	înălţimea vîrfurilor, mm				
	150	180—200	260	300	350—400
	Dimensiunile cuţitului, mm				
Portcuţit pentru patru cuţite	15 × 20	12 × 20	16 × 25	20 × 30	25 × 40
Portcuţit pentru un cuţit	12 × 20	16 × 25	20 × 30	20 × 30	25 × 40

Cuţitele cu secţiunea dreptunghiulară sînt cele mai des folosite deoarece la executarea locaşului plăcuţei din aliaje dure cuţitul este mai puţin slăbit. Cuţitele pentru strunjire interioară, cuţitele pentru strunguri automate şi strunguri revolver au secţiunea pătrată. Secţiunile cuţitelor în funcţie de secţiunea aşchiei sînt date în tabela 19.

Tabela 19. **Secţiunile cuţitelor în funcţie de secţiunea aşchiei**

Tipul cuţitului	Secţiunea aşchiei, mm²						
	1,5	2,5	4	6	9	12	16—25
	Dimensiunile cuţitului, mm						
Secţiune dreptunghiulară	10 × 16	12 × 20	16 × 25	20 × 30	25 × 40	30 × 45	40 × 60
Secţiunea pătrată	12	16	20	25	30	40	50

Cuţitele de strung cu secţiunea rotundă se utilizează la strunjire interioară deoarece corpul cuţitului se poate roti în portcuţit şi astfel tăişul cuţitului poate fi orientat în diferite poziţii.

Se recomandă ca lungimea cuţitului să fie aleasă după dimensiunile date în tabelele 20—21.

Tabela 20. **Lungimea cuţitelor de secţiune dreptunghiulară**

Modul de fixare a cuţitului	Secţiunea cuţitului, mm²						
	10×16	12×20	16×25	30×30	25×40	30×40	40×60
Portcuţit pentru un cuţit	150	200	225	250	300	400	500
Portcuţit pentru patru cuţite	125	125—150	150—175	175—200	150×250	150—250	—

Tabela 21. **Lungimea cuţitelor de secţiune pătrată**

Modul de fixare a cuţitului	Latura cuţitului, mm								
	6	8	10	12	16	20	25	30	40
Portcuţit pentru un cuţit	—	—	—	—	175	200	250	300	400
Portcuţit pentru patru cuţite	—	—	—	—	150—250	125—250	125—200	50—250	200—250
Cuţite pentru strunguri automate şi revolver	25	50	60	70	80	100	125	—	—

Degroşarea şi cuţitele pentru degroşare. La degroşare se strunjeşte adaosul de prelucrare de pe semifabricatul turnat, laminat sau forjat. Degroşarea se face, în general, dintr-o singură trecere, iar în cazul cînd se cere o precizie mai mare

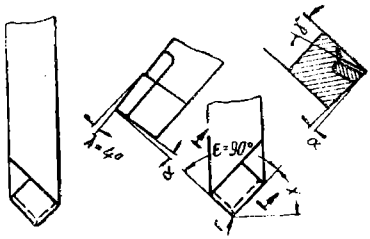


Fig. 80. Cuţit drept.

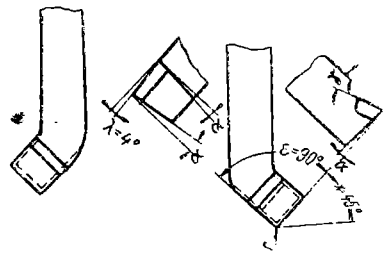


Fig. 81. Cuţit încovoiat.

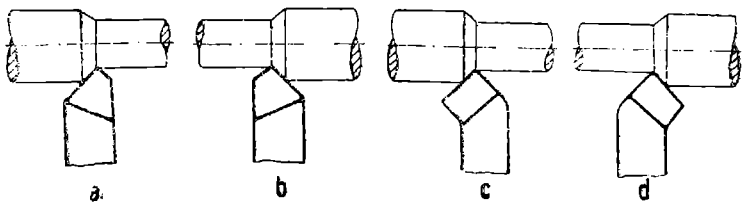


Fig. 82. Cuţite pentru degroşare drepte şi încovoiate în poziţie de lucru:
a — cuţitul drept, de dreapta; *b* — cuţitul drept, de stînga; *c* — cuţit încovoiat, de dreapta; *d* — cuţitul încovoiat, de stînga.

din două treceri. Cuţitul pentru degroşare poate fi drept sau încovoiat. În fig. 80 sînt arătate forma şi unghiurile de aşchiere ale unui cuţit drept, iar fig. 81 ale unui cuţit încovoiat. În fig. 82 sînt reprezentate cuţitele pentru degroşare în poziţie de lucru.

Finisarea şi cuţitele pentru finisare. Prin finisare se obţin dimensiunile prescrise în desenul piesei şi totodată o suprafaţă fină. Crestăturile lăsate de cuţit slăbesc secţiunea piesei; prin finisare aceste crestături trebuie înlăturate. Suprafeţele netede, obţinute prin finisare, reduc frecarea dintre piese. Prin rectificare, polarizare sau rodare se obţin rezultate şi mai bune.

La finisare se lucrează cu viteze de aşchiere mari, adîncimi de aşchie mici şi cu avansuri mici. Este important ca strungul

să lucreze lin, fără vibraţii. La finisare trebuie asigurată o răcire bună.

Cuţitul pentru finisare trebuie fixat exact la nivelul centrului piesei. În fig. 83 sînt arătate formele şi unghiurile de

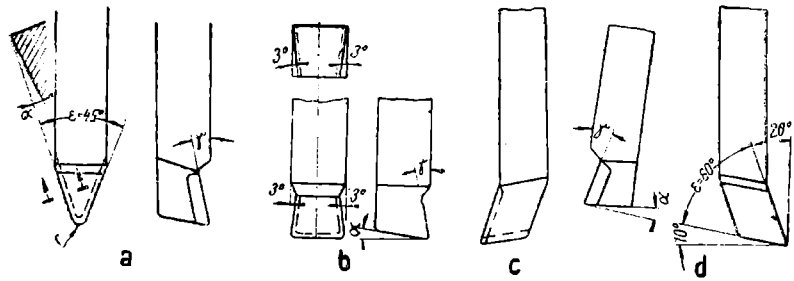


Fig. 83. Cuţite pentru finisare:
a — cuţit drept pentru finisare; *b* — cuţit lat pentru finisare; *c* — cuţit încovoiat, de stînga, pentru finisare; *d* — idem, de dreapta.

ascuţire ale cuţitelor pentru finisare. În fig. 84 sînt reprezentate cuţite pentru finisare în poziţie de lucru.

O suprafaţă foarte fină se obţine în cazul cînd tăişul cuţitului nu are ştirbituri. Pentru aceasta este bine ca după ascuţirea cuţitului la polizor, tăişul să fie netezit cu o piatră de mînă.

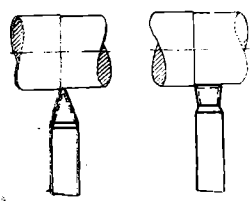


Fig. 84. Cuţite pentru finisare în poziţie de lucru.

Strunjirea plană şi cuţitele pentru strunjire plană. Cu cuţitele pentru strunjire plană se execută strunjiri frontale. Ele sînt de două feluri: cu corpul cotit în dreapta sau în stînga (fig. 85) şi cu capul încovoiat în dreapta sau în stînga (fig. 86).

Cu aceste cuţite nu se execută lucrări de degroşare.

În fig. 87 sînt reprezentate cuţite pentru strunjire plană de execuţie diferită, în poziţie de lucru.

Retezarea şi cuţitele pentru retezare (Canelare şi cuţite de canelare). Prin retezare se îndepărtează adaosul de material de pe suprafaţa frontală sau se taie piesa gata strunjită. Cu cuţitul de canelat se execută caneluri. La ambele operaţii cuţitul poate să se înţepenească şi de aceea capul cuţitului se subţiază din faţă spre spate şi de sus în jos (fig. 88). Unghiul de degajare este în

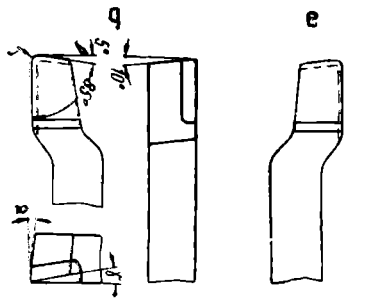


Fig. 85. Cuțit cotit pentru strunjire plană:
a — de stînga; *b* — de dreapta.

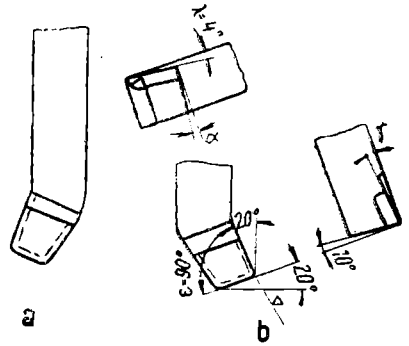


Fig. 86. Cuțit încovoiat pentru strunjire plană:
a — de stînga; *b* — de dreapta.

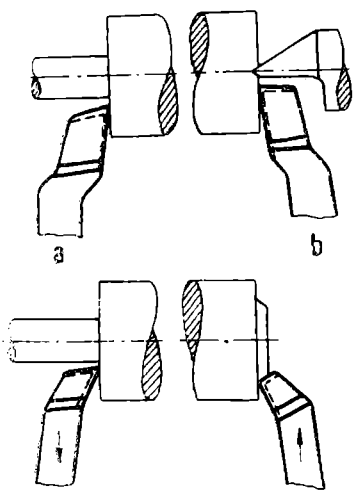


Fig. 87. Cuțite pentru strunjire plană în poziția de lucru:
a — cu corp cotit stînga; *b* — idem, dreapta; *c* — cu cap încovoiat stînga; *d* — idem, dreapta.

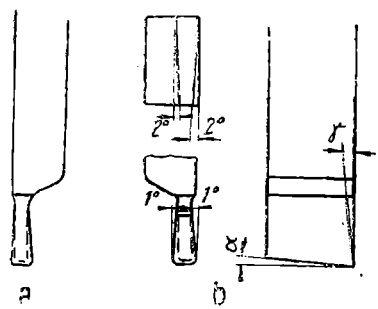


Fig. 88. Cuțit pentru retezare și unghiurile de tăiș:
a — de stînga; *b* — de dreapta.

general mic, de multe ori chiar 0°. La prelucrarea materialelor moi, pentru fărîmiţarea aşchiilor, cuţitul este prevăzut cu un canal care se face la polizor începînd de la tăişul cuţitului.

Lipsa de atenţie poate duce la înţepenirea cuţitului (urcarea piesei pe tăişul cuţitului). Acest lucru se poate evita prinzînd piesa strîns în universal. Cuţitul se strînge de asemenea scurt în portcuţit şi se aşază exact la centru. Viteza de tăiere şi avansul se aleg mai mici decît la degroşare. Este important, ca axul principal să se rotească în lagărele lui fără joc, deoarece jocul poate duce la vibraţie. În acest caz se poate încerca inversarea sensului de rotaţie şi se va lucra cu tăişul întors în jos.

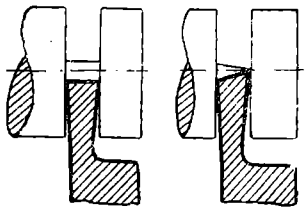


Fig. 89. Retezarea cu cuţitul cu tăişul ascuţit drept şi oblic.

Este bine, ca la retezare să se lucreze cu cuţitul cu tăişul ascuţit oblic (fig. 89).

Strunjirea găurilor şi cuţitele pentru strunjirea interioară. Piesele dintr-un material laminat sau tras, în care urmează să se execute o gaură, se găuresc întîi cu burghiul, apoi se prelucrează la dimensiunea definitivă cu un cuţit pentru strunjire interioară. Piesele tubulare (cu gaură la interior) se prelucrează de asemenea cu un cuţit pentru strunjire interioară. Unghiurile cuţitelor se aleg la fel, ca şi pentru strunjirea exterioară. Corpul cuţitelor pentru strunjirea interioară au secţiunea pătrată; se pot folosi şi cuţite cu secţiunea rotundă, dar în acest caz este necesar un adaos prismatic. La strunjirea găurilor străpunse se utilizează un cuţit pentru degroşare de tipul celui arătat în fig. 90. În fig. 91 este reprezentat un cuţit recomandat pentru strunjirea găurilor cu fund.

Avantajul cuţitului rotund constă în aceea că la nevoie tăişul lui se poate ridica prin rotire deasupra centrului. Distanţa la care se poate ridica deasupra centrului piesei poate să ajungă pînă la o sută parte (1/100) din diametrul găurii de executat.

Pentru caneluri şi pentru degajări la capătul filetelor, se folosesc cuţite cu profile corespunzătoare.

Canelurile găurilor cu fund se fac cu cuţite de tipul celui arătat în fig. 92. Cuţitele folosite pentru executarea degajării filetelor diferă puţin ca formă, avînd vîrful rotunjit.

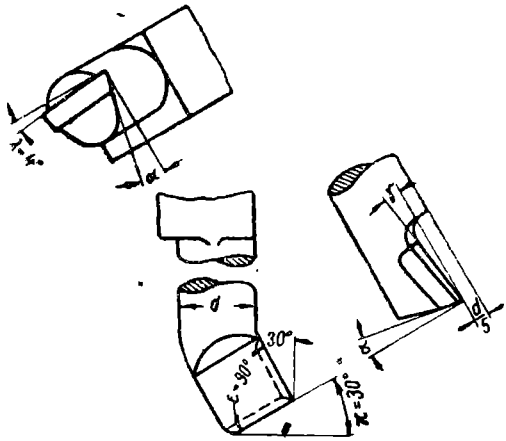


Fig. 90. Cuțit pentru degroșarea găurilor.

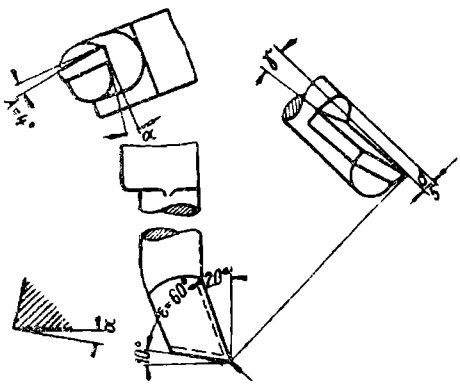


Fig. 91. Cuțit pentru găuri cu fund.

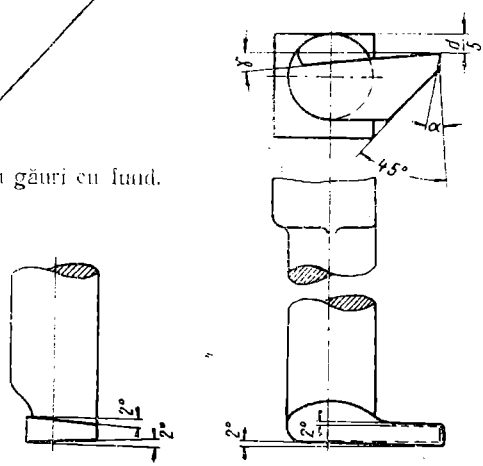


Fig. 92. Cuțit pentru canelare, de dreapta.

Poziția de lucru a cuțitelor pentru strunjire interioară și pentru degajări este reprezentată în fig. 93 și 94.

Materialul cuțitelor; cuțite din oțel carbon și din oțel rapid. Randamentul sculelor aşchietoare depinde în primul rînd de calitatea materialului cuțitului și de forma tăișului. Dar nici

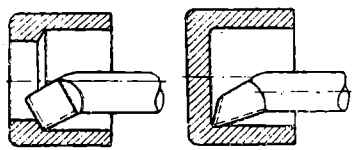


Fig. 93. Cuțite pentru fund de gaură în poziție de lucru.

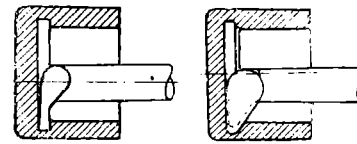


Fig. 94. Cuțit pentru canelare și pentru degajare de filet în poziție de lucru.

cuțitul confecționat din materialul cel mai bun nu poate fi folosit dacă forma lui geometrică este greșită și dacă nu este bine ascuțit.

Cuțitul de strung trebuie să aibă un tăiș durabil. Durabilitatea tăișului este determinată de: 1) duritatea și călibilitatea materialului cuțitului; 2) tenacitatea și 3) rezistența lui la temperatură.

Cu cît duritatea cuțitului este mai mare, cu atît el pătrunde mai ușor în materialul piesei. Tăișul cuțitului de strung cu duritate mare rezistă mai bine frecărilor, care se produc în cursul aşchierii.

Tăișul cuțitului *tenace* nu se știrbește în cursul prelucrării, iar în unele cazuri se poate știrbi foarte greu.

Căldura care se produce în timpul aşchierii decălește sculele, mai ales cuțitele de strung confecționate din oțel carbon pentru scule și în acest caz piesa în rotație toceşte repede tăișul și vîrful cuțitului. *Rezistența la temperatură* este o caracteristică a anumitor mărci de oțel; tăișul cuțitelor confecționate din oțeluri aliate rămîne netocit chiar și la temperaturi relativ ridicate. Cantitatea de aşchii detașată de cuțitele confecționate din asemenea material, într-o unitate de timp, este mult mai mare decît cea detașată de cuțitele de strung din oțel carbon pentru scule.

— *Oțel carbon pentru scule.* Conținutul în carbon poate să varieze între 1 și 1,4%. Oțelul cu un conținut de carbon mai ridicat este mai dur, dar are tenacitatea mai redusă; el poate fi

călit în apă. În jurul temperaturii de 250°C își pierde capacitatea de așchiere. Viteza de așchiere la degroșare, la prelucrarea oțelului moale, nu poate să depășească 16 m/min.

— *Oțel rapid.* Pe lîngă un conținut de carbon de 0,5—1% acest oțel conține și alte elemente de aliere ca: vanadiu, molibden, cobalt, dar în primul rînd wolfram și crom. Ca urmare a alierii rezistența la temperatură a materialului cuțitului crește mult, iar tăișul se menține bine și la 600°C. În consecință, poate fi aplicată o viteză de așchiere mare, fără ca tăișul să se uzeze. Cuțitele din oțel rapid se călesc în ulei sau într-un curent de aer comprimat.

Cuțite de strung cu plăcuțe din aliaje dure. Mașinile-unelte de mare capacitate sînt folosite rațional dacă se lucrează cu scule de mare capacitate, dacă materialul cuțitului suportă viteze mari de așchiere, dacă cuțitul își păstrează tăișul la o temperatură ridicată, dacă se poate lucra cu el și în stare de incandescență vișinie. Aceste condiții sînt satisfăcute de cuțitele cu plăcuțe din aliaje dure, conținînd wolfram, titan și cobalt. Punctul de topire al acestor elemente este foarte ridicat: la wolfram 3 400°C, la cobalt 1 490°C și la titan 1 800°C. Aceste elemente sînt folosite în combinație chimică cu carbonul, sub formă de carburi. Carburile nu pot fi fasonate prin metodele cunoscute de turnare, forjare etc., și din această cauză carburile se macină și se amestecă cu un liant metalic (de exemplu, nichel, fier, cobalt) într-o moară cu bile, iar acest amestec este presat, printr-un procedeu similar celui din industria materialelor ceramice, și sinterizat într-un cuptor la o temperatură de circa 1 700°C. Din carburi se fabrică nu numai plăcuțe, ci și alte piese de diferite forme prin presare. După sinterizare aliajul capătă o duritate foarte mare și poate fi prelucrat numai la polizor.

Plăcuțele din aliaje dure fabricate prin presare și sinterizare sînt foarte rezistente și duritatea lor este aproape de duritatea diamantului. Rezistența lor la uzură este foarte mare și ele își păstrează calitățile de așchiere și în stare de incandescență. Rezistența de așchiere la temperatură a plăcuțelor din aliaje dure, de fabricație sovietică, este următoarea:

Marca plăcuței din aliaje dure	Rezistența la temperatură, în °C
BK 6	1 000
BK 8	900
BK 12	800
BK 15	700
T21K8	850—900

În afară de plăcuțele din aliaje dure fabricate în Uniunea Sovietică, la noi se mai folosesc și plăcuțele din aliaje dure fabricate în Republica Socialistă Cehoslovacă și în Republica Democrată Germană.

Tabela 22. **Tabela comparativă a plăcuțelor din aliaje dure de diferite fabricații**

Plăcuțe din aliaje dure	Marca						
U.R.S.S.	T21 K8	T15 K6	T15 K10	T5 K6	BK6	BK12	BK8
R.S.C.	F1	S1	S2	S3	G1—H1	G2	H2
R.D.G.	F1	S1	S2	S3	G1—H1	G2	H2

Domeniul de utilizare al plăcuțelor din aliaje dure este foarte vast. Este foarte important, ca plăcuțele din aliaje dure să se aleagă în funcție de condițiile de lucru (tabela 23).

Ascuțirea cuțitelor din oțel carbon și din oțel rapid. Cuțitele se ascut la polizor sau la mașinile de ascuțit.

Polizorul trebuie să fie de construcție rigidă și fără vibrații. Axul și piatra de polizor trebuie să fie echilibrate cu grijă. Polizorul are două pietre: una pentru polizare brută și alta pentru polizare fină. Mașinile de ascuțit moderne au trei locuri de lucru: piatra brută, piatra fină și piatra de rectificare. Suprafața de degajare și suprafața de așezare trebuie polizate cu deosebită grijă, evitînd în felul acesta încălzirea cuțitului în timpul folosirii. La ascuțirea cuțitelor de strung se utilizează, după forma lor, pietre drepte (plate) și pietre oală.

La ascuțire se vor respecta cu stricteță regulile de protecția muncii. În timpul ascuțirii muncitorul să nu stea în fața pietrei. El nu trebuie să lucreze la piatră fără masa de sprijin sau cu masa de sprijin prea îndepărtată de piatră. Să nu se lucreze fără apărătoare și fără ochelari de protecție.

Ascuțirea sculelor este o operație de mare răspundere și necesită o atenție deosebită, precum și o practică îndelungată. În atelierele mari este mai economică ascuțirea centralizată a sculelor. Un strungar bun trebuie să cunoască cuțitul corespunzător scopului, precum și modul cum trebuie ascuțit.

Tabela 23. **Utilizarea plăcuțelor din aliaje dure**

Simbolul aliajului dur sovietic / ceh+german	Domeniul de utilizare
T21 K8 / F_1	Finisarea pieselor din oțel, găurire, secțiune mică de așchiere, forță mică de așchiere
T15 K6 / S1	La prelucrarea oțelurilor și a fontelor cînd se lucrează cu viteze mari de așchiere, cu un avans maxim de 1 mm/rot
T15 K10 / S2	La prelucrarea oțelurilor și a fontelor, viteză de așchiere medie, avans maxim de 2 mm/rot; în special la mașinile de tipuri mai vechi, la care cuțitul lucrează cu întreruperi sau cu adîncimi de așchiere variabile. Viteza de așchiere este cu circa 40% mai mică decît în cazul folosirii plăcuței T15 K6
T5 K6 / S3	La prelucrarea oțelurilor și a fontelor lucrînd cu viteză de așchiere redusă sau medie și cu un avans pînă la 3 mm/rot, la strunjirea pieselor cu suprafață aspră și neuniformă (de exemplu la piese forjate). Viteza de așchiere este cu circa 40% mai mică decît în cazul folosirii plăcuței T15 K10
BK6 / G1	La strunjirea pieselor din fontă cenușie (cu duritate sub 200 *HB*), din cupru, bronz, alamă, metale ușoare și materiale sintetice
BK6 / H1	La prelucrarea fontei cenușii (cu duritate peste 200 *HB*), a fontei maleabile, a sticlei, a porțelanului și a bachelitei
BK12 / G2	La prelucrarea textolitului, lemnului tare și la alte materiale sintetice asemănătoare
BK8 / H2	În special la prelucrarea aliajelor foarte rezistente
	Aliaje dure cu simbolul BK6(G1); BK6(H1); BK12 (G2); BK8(H2), nu conțin titan și se utilizează la prelucrarea metalelor la care așchia nu este continuă La plăcuțele sovietice simbolurile se referă la metalele dure: T . . . . . titan K . . . . . cobalt B . . . . . wolfram

Se recomandă ca în timpul ascuţirii cuţitul să fie răcit. La ascuţirea uscată, cuţitele din oţel carbon şi din oţel rapid se pot decăli. Un lichid bun pentru răcire este emulsia cu ulei.

În timpul ascuţirii piatra se toceşte neuniform şi de aceea ea trebuie din cînd în cînd îndreptată (rectificată). Îndreptarea se face cu şaibe din oţel mangan şi cu creionul cu diamant. La ascuţire piatra trebuie să se învîrtească spre tăişul cuţitului. Scula trebuie apăsată uşor pe piatră. Dacă apăsarea este prea puternică, se obţine un tăiş asemănător dinţilor de ferăstrău. Faţa de aşezare a cuţitului nu trebuie polizată concav, deoarece astfel unghiul de aşchiere va fi fals. Pentru răcirea sculei în timpul ascuţirii este necesară asigurarea unei cantităţi suficiente de lichid de răcire. Unghiurile cuţitului se verifică cu ajutorul unui şablon, sau cu raportor universal (fig. 57). După ascuţire, tăişul se rectifică cu o piatră de mînă. Astfel se obţine un cuţit cu tăişul fin şi se măreşte capacitatea lui de aşchiere.

Materialul pietrelor de ascuţit folosite la ascuţirea cuţitelor din oţel carbon şi rapid este indicat în tabela 24.

Tabela 24. **Calitatea pietrelor utilizate pentru oţelurile carbon şi rapide** [1]

Modul de ascuţire	Mărimea granulelor după nr. sitei	Duritatea liantului STAS 1469-57	Viteza periferică, m/s
Ascuţire manuală de degroşare	36	O	22,5—30
Ascuţire manuală de finisare	60	N	22,5—30
Ascuţire grea manuală	30	O	22,5—30
Ascuţire cu piatra mare	24	P	17.5—22.5
Pe automat cu disc abraziv	24	M	17,5—22,5
Pe automat cu disc abraziv-plan	24	N	17.5—22,5
Ascuţire umedă	—	—	25—30

[1] Material: carborundum; liantul: ceramic.

Confecţionarea cuţitelor cu plăcuţe din aliaje dure. Plăcuţele din aliaje dure se fixează pe corpul cuţitului prin diferite metode. Metoda cea mai cunoscută este lipirea cu cupru. În afară de aceasta s-a mai răspîndit şi fixarea cu un dispozitiv cu şurub.

La lipirea plăcuţelor din aliaje dure se va avea în vedere următoarele:

— Corpul cuţitului va fi confecţionat dintr-un material de mare rezistenţă. Cel mai bine corespunde oţelul cu o rezistenţă de 60—70 kgf/mm² (OL 70).

— Corpul cuţitului va fi recopt înainte de utilizare, spre a se elimina tensiunile rămase de la laminare.

— Suprafaţa de aşezare a cuţitului trebuie îndreptată prin rabotare, frezare sau polizare.

— Suprafaţa de sprijin a plăcuţei în corpul cuţitului se frezează în funcţie de unghiul de degajare. Apoi se degresează suprafaţa de contact dintre cuţit şi plăcuţă (se va folosi triclor-etilena).

— La lipirea plăcuţei se va folosi cupru pur (cupru electrolitic) şi nu aliaje de cupru (alama), deoarece punctul de topire al acestora este mai jos decît cel al cuprului. La o aşchiere puternică se dezvoltă multă căldură, alama se topeşte şi plăcuţa se desprinde.

— Dilatarea corpului cuţitului diferă de dilatarea plăcuţei, ceea ce poate să provoace tensiuni în locul lipiturii. Acest lucru poate fi evitat, utilizînd *o ţesătură de sită din cupru*. Sita trebuie să depăşească locaşul plăcuţei în toate părţile cu cîte 2 mm.

— Înainte de lipire, plăcuţa, sita şi capul cuţitului se vor presăra cu mult borax calcinat; în timpul lipirii se completează boraxul consumat.

Corpul cuţitului se încălzeşte înainte de sudare. la 500—600°C, altfel se pot produce fisuri şi deformări.

— Încălzirea se face într-un cuptor cu gaze sau cu păcură. În ultimul timp s-a răspîndit şi utilizarea cuptoarelor electrice.

— Cînd materialul de lipit s-a topit, plăcuţa se presează uniform pe cuţit cu ajutorul unei scule cu vîrful rotunjit.

După lipire cuţitul se introduce în praf de mangal şi se lasă acolo pînă la răcirea completă.

În multe locuri nu există cuptor pentru încălzit şi lipirea se face cu aparatul de sudură oxi-acetilenică. Cu acest procedeu nu se obţine o încălzire uniformă şi el se poate aplica numai în lipsa altor instalaţii.

În unele întreprinderi se foloseşte cu rezultate bune arămirea suprafeţelor de sprijin a plăcuţei şi a corpului cuţitului (în băi galvanice). Înainte de arămire suprafaţa respectivă a plăcuţei se polizează.

Ascuţirea plăcuţelor din aliaje dure. Regulile generale descrise la ascuţirea cuţitelor din oţel rapid sînt valabile şi în acest caz. Mai trebuie făcute însă unele precizări.

Faţa de aşezare a corpului cuţitului se polizează cu pietrele indicate în tabela 24. Unghiul de aşezare al corpului cuţitului trebuie să fie cu 2° mai mare decît unghiul de aşezare al plăcuţei. Acest lucru este necesar pentru evitarea polizării corpului cuţitului de către piatra cu care se ascute plăcuţa.

La polizarea plăcuţelor din aliaje dure sînt recomandabile pietrele de ascuţit indicate în tabela 25.

Tabela 25. **Calitatea pietrelor de polizor pentru aliaje dure**

Felul operației	Materialul granulelor	Mărimea granulelor după nr. sitei	Duritatea lianțului STAS 1467—57	Viteza periferică, m/s la polizarea	
				manuală	mecanică
Polizare de degroșare	Carbură de siliciu	40— 60	K	25	8—12
Polizare de finisare	Carbură de siliciu	80—120	J	25	8—12
Polizare fină	Carbură de siliciu	180—280	J	25	8—12
Polizare cu disc pentru conducerea așchiei	Carbură de siliciu	80	J		8
Ascuțire manuală	Piatra de ascuțit manual	400	K		

Fațeta de tăiș și rolul ei. La metodele moderne de strunjire tăișul cuțitului este prevăzut cu cîte o fațetă pe fața de degajare și pe fața de așezare. Fațeta se realizează în cele mai multe cazuri manual cu piatra de ascuțit. Cu ajutorul fațetei pe fața de așezare (fig. 95) se mărește unghiul de ascuțire și se sporește și rezistența și durabilitatea capului cuțitului. Datorită fațetei se obține și o suprafață fin strunjită.

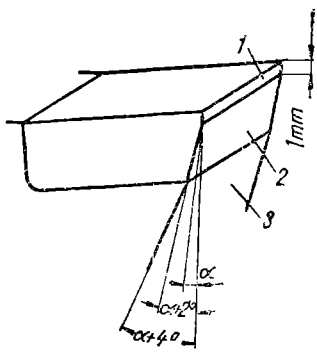


Fig. 95. Formarea fațetei:
1 — fațeta α ; 2 — fața de așezare a fațetei plăcuței de metal dur α+2°; Fața de așezare a corpului cuțitului α +4°.

Tăișul cuțitului se poate îmbunătăți și mai mult, dacă și pe fața de degajare se formează o fațetă (fig. 96). Se poate executa și o fațetă negativă la tăișuri cu unghi de degajare pozitiv. La strunjirea pieselor lungi și de diametru mic, se poate elimina vibrația piesei și a cuțitului folosind cuțite cu fațete. Această metodă a dat rezultate excelente și la găurire și la retezare. Această metodă a fost introdusă prima dată de strungarul sovietic Dimitri Rîikov (fig. 97).

Este important să se aleagă întotdeauna plăcuța din aliaje dure de calitatea cea mai corespunzătoare scopului urmărit. Se vor utiliza cuțite de strung corect executate. Viteza de așchiere, adîncimea așchierii și avansul se vor lua în concordanță cu materialul

de prelucrat şi corespunzător construcţiei strungului. Cuţitul de strung necesită o îngrijire tehnică corectă. Respectînd strict aceste reguli, productivitatea muncii creşte, se reduce consumul de plăcuţe, se economisesc curent electric şi materiale auxiliare, iar strungul este cruţat de solicitări excesive şi se previne o uzură prematură.

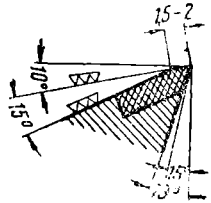


Fig. 96. Formarea feţetei; unghiul de degajare pozitiv şi feţeta pozitivă.

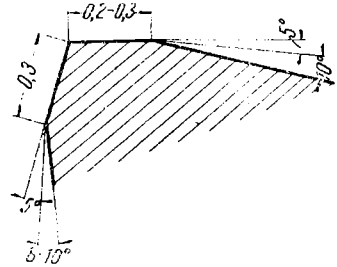


Fig. 97. Formarea feţetei la cuţitul de strung după Rîjkov.

Plăcuţe ceramice şi plăcuţe de strung cu diamant. Plăcuţele ceramice se pot folosi la prelucrarea maselor plastice. Cuţitele de strung cu diamant se utilizează la prelucrări fine şi pentru obţinerea unor suprafeţe perfect netede.

Fixarea cuţitelor şi portcuţite. Cuţitele trebuie bine fixate. Fixarea neglijentă sau greşită a cuţitului poate duce la accidente, dar poate să cauzeze şi rebuturi. Placa de strîngere şi suportul fix

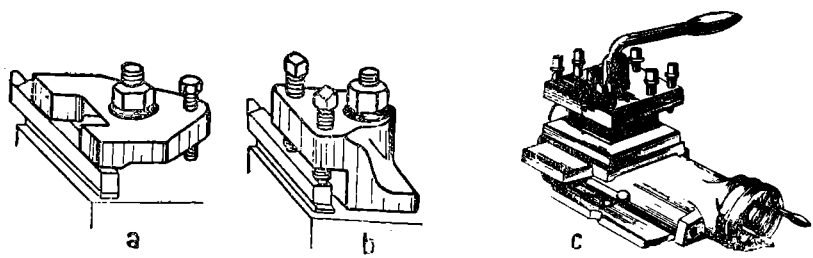


Fig. 98. Portcuţite:
a — portcuţit cu placa de strîngere; *b* — portcuţitul fixat; *c* — portcuţit multiplu (cu 4 feţe).

pot fi folosite şi în cazul unor forţe de aşchiere mari. Cu suportul portcuţit cu patru cuţite se pot executa patru operaţii succesive (fig. 98). Placa de strîngere va fi menţinută în poziţie orizontală

cu ajutorul şurubului de reglare. Şuruburile suportului fix de cuţit se vor strînge totdeauna alternativ şi uniform. Suportul portcuţit revolver se foloseşte la prelucrarea unor serii mici, pentru fixarea a cinci sau şase cuţite.

La prelucrări uşoare se pretează foarte bine portcuţitele intermediare (fig. 99) care duc la folosirea cuţitului pînă ce din el rămîne numai un capăt mic.

Tăişul cuţitului se fixează, în general, la centrul piesei. La reglarea poziţiei se poate folosi vîrful strungului, semnul crestat în cămaşa exterioară a păpuşii mobile sau dispozitivul de fixat cuţite cu nivel (fig. 100).

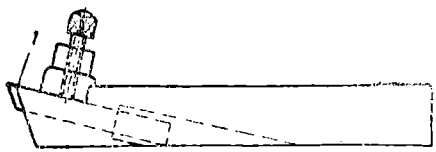


Fig. 99. Portcuţit intermediar:
1 — cuţitul introdus în interior.

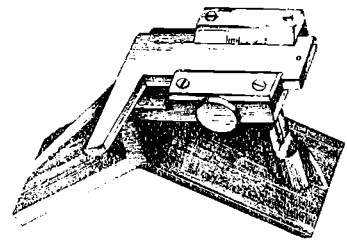


Fig. 100. Nivel pentru reglarea înălţimii cuţitului.

Pentru aşezarea cuţitului la înălţimea necesară servesc adaosuri de diferite grosimi aşezate sub corpul cuţitului. Nu este admis să se pună multe adaosuri subţiri sub cuţit. Nu este admis să se întrebuinţeze adaosuri transversale. Cuţitul trebuie prins cît mai scurt ca să nu vibreze.

La prelucrări interioare se utilizează bare portcuţit (borstang). Corpul cuţitului iese foarte puţin din bară şi din această cauză se

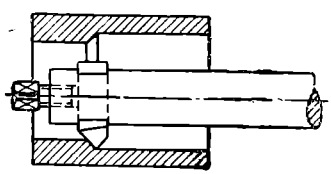


Fig. 101. Bară portcuţit pentru strunjirea găurilor fără fund.

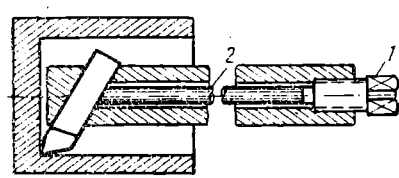


Fig. 102. Bară portcuţit pentru strunjirea fundului de gaură:
1 — şurub de strîngere; 2 — tijă de fixare.

pot prelucra chiar şi găuri de diametru mic cu o bară de diametru relativ mare (mai mic însă decît diametrul găurii) (fig. 101 şi 102).

VI.

STRUNGUL

DESCRIEREA STRUNGULUI

Tipurile şi categoriile principale de strunguri. Prin strung se înţelege maşina-unealtă pentru prelucrarea prin aşchiere a suprafeţelor de rotaţie sau elicoidale ale pieselor, la care, în general, piesa de prelucrat efectuează mişcarea principală de rotaţie, iar sculele efectuează mişcările de avans. Prin combinarea mişcărilor cuţitului cu mişcarea piesei se pot executa cele mai variate prelucrări, ca strunjirea longitudinală şi plană, găurirea, strunjirea suprafeţelor conice, tăierea filetelor, precum şi strunjirea suprafeţelor de formă specială.

Tipul strungurilor folosite depinde de caracterul producţiei, de forma şi de dimensiunile pieselor de prelucrat. Strungurile se pot clasifica după diferite criterii.

După *domeniul* în care se folosesc, strungurile se împart în strunguri normale şi strunguri speciale. Strungurile normale (denumite şi strunguri paralele obişnuite) au un domeniu foarte larg de utilizare; strungurile speciale au un domeniu restrîns de utilizare, fiind folosite numai pentru anumite piese sau operaţii de prelucrare.

După *dimensiunile* maxime ale pieselor care se prelucrează strungurile se clasifică în: strunguri mici, strunguri de banc, de ceasornicărie, mijlocii, mari şi strunguri foarte mari, ultimele două categorii se mai numesc şi strunguri grele.

După *gradul de precizie* şi *calitatea suprafeţelor* lucrate se deosebesc: strunguri de degroşare, strunguri de finisare şi strunguri universale. La acestea din urmă se execută atît degroşarea cît şi finisarea la un anumit grad al calităţii suprafeţei prelucrate.

După *modul de fixare* şi *de aşezare a sculelor*, se deosebesc: strunguri simple şi strunguri-revolver.

După *numărul axelor* principale se deosebesc: strunguri cu un ax şi cu axe multiple.

După *poziţia axei* în jurul căreia se execută mişcarea principală de rotaţie se deosebesc: strunguri orizontale (strunguri paralele),

strunguri verticale (de exemplu strungurile carusel) şi strunguri cu axa înclinată (de exemplu, unele strunguri multiaxe).

După *modul de fixare* a piesei: strunguri cu vîrfuri, cu prinderea pieselor în universal sau platou şi combinate.

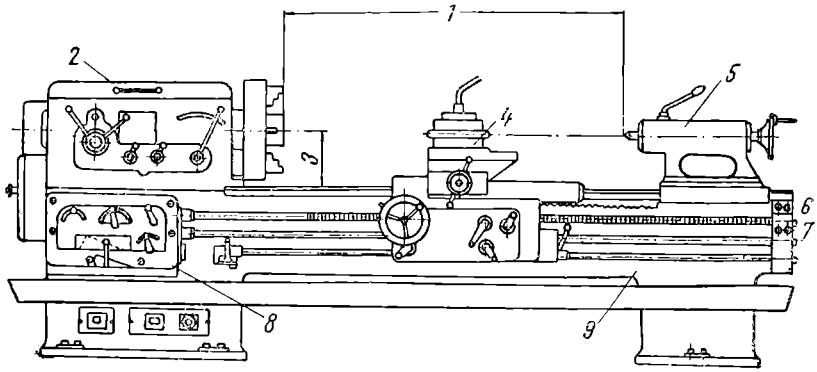


Fig. 103. Strung cu şurub conducător şi cu ax de avansuri:
1 — distanţa dintre vîrfuri; *2* — păpuşa fixă; *3* — înălţimea vîrfurilor; *4* — cărucior; *5* — păpuşă-mobilă; *6* — şurubul conducător; *7* — ax de avansuri; *8* — cutia de avansuri; *9* — patul strungului.

După *gradul de automatizare* a mişcărilor de comandă pentru executarea operaţiilor auxiliare se deosebesc: strunguri neautomate, semiautomate şi automate.

Afară de lucrările obişnuite de strunjire pot fi executate la strung şi următoarele operaţii: adîncirea şi alezarea găurilor, tăierea filetelor şi filetarea cu tarozi şi filiere, randalinarea, rectificarea şi rodarea.

Tipul general al strungului este strungul normal cu vîrfuri, cu şurub conducător şi cu ax de avansuri. Din acesta au fost dezvoltate celelalte tipuri de strung arătate în fig. 103—106.

Ansamblurile principale ale strungului normal sînt următoarele: patul strungului, păpuşa fixă, mecanismul de avansuri şi filete, căruciorul, păpuşa mobilă, sistemul de fixare a piesei, sistemul de acţionare, instalaţiile de forţă de ungere, de răcire şi de iluminare.

Dimensiunile principale ale strungului sînt: *înălţimea vîrfurilor strungului* (distanţa de la pat pînă la linia vîrfurilor), care determină diametrul maxim al piesei care poate fi strunjită şi *distanţa dintre vîrfuri*, care determină lungimea maximă a piesei care poate fi strunjită.

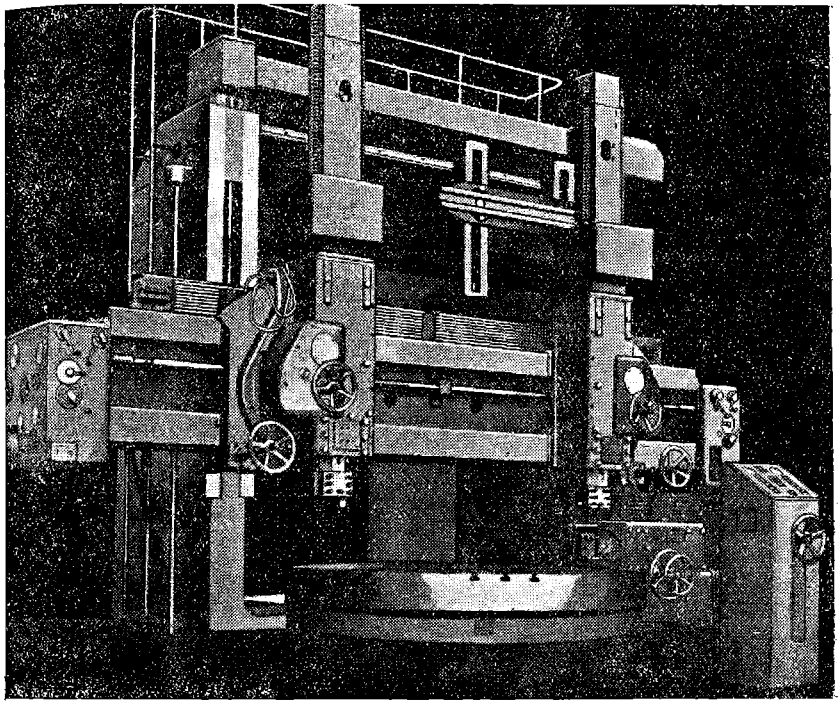


Fig. 104. Strung carusel cu două coloane.

Acționarea strungului. Se deosebesc două tipuri de acționare: în grup și individuale.

La acționare în grup mai multe mașini sînt acționate de un singur motor prin transmisie. Transmisia se face cu ajutorul curelelor. La acționarea individuală fiecare strung are motorul său propriu.

Acționarea în grup, cu transmisie prin curele, nu se mai folosește, deoarece chiar în cazul cînd lucrează numai o singură mașină, trebuie acționată toată transmisia, curelele se uzează repede, consumul de lubrefianți este mare, instalația nu poate fi supravegheată din cauza numărului mare de curele, iar turația

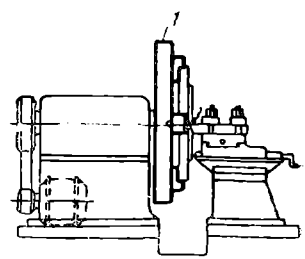


Fig. 105. Strung pentru strunjire frontală:
1 — platou.

necesară nu poate fi realizată, în foarte multe cazuri, din cauza alunecării curelelor.

Acţionarea individuală poate fi realizată cu ajutorul unui motor montat direct pe păpuşa fixă (fig. 107) sau cu motorul montat pe un postament cu picior, sau fixat pe piciorul strun-

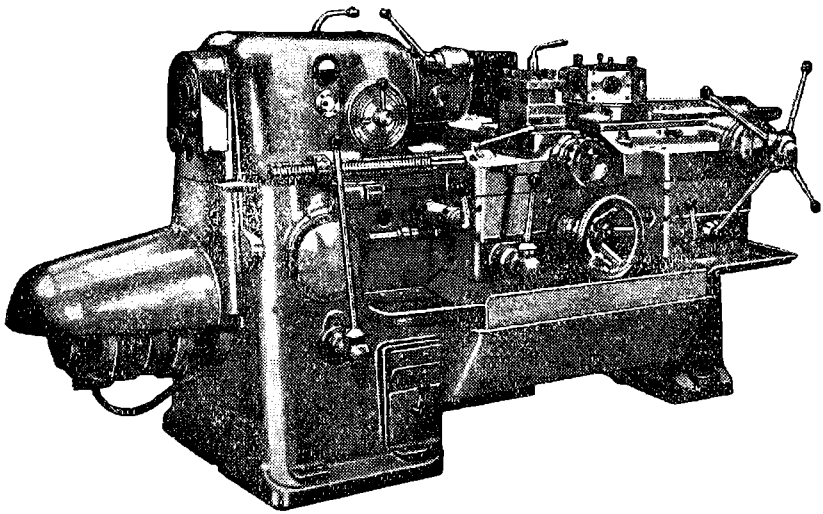


Fig. 106. Strung revolver.

gului eventual în cutia acestuia (fig. 108). Pentru transmiterea mişcării de rotaţie se utilizează, de obicei, curele trapezoidale.

Patul strungului. Pe patul strungului sînt montate toate celelalte ansambluri. Rigiditatea patului asigură funcţionarea strungului fără vibraţii. La unele tipuri de strunguri, în pat, în partea din faţă, imediat lîngă păpuşa fixă, este executată o adîncitură. Această adîncitură serveşte, în cazul utilizării platoului, la strunjirea pieselor cu diametre mai mari decît ar permite-o înălţimea vîrfurilor.

Patul strungului este construit astfel ca să poată asigura ghidarea perfectă a căruciorului şi a păpuşii mobile. Patul strungurilor mai vechi are un ghidaj plan. În prezent se folosesc exclusiv ghidaje prismatice. Ghidajele prismatice (fig. 109) asigură o ghidare bună chiar şi în cazul uzării.

Păpuşa fixă. În păpuşa fixă este montat axul principal al maşinii, precum şi schimbătoarele de viteze cu roţile baladoare, care servesc la schimbarea turaţiei (fig. 110). Precizia pieselor

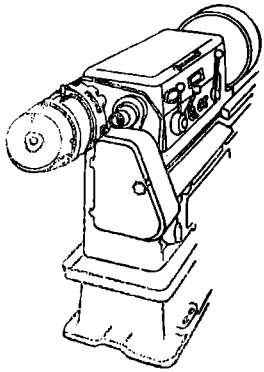


Fig. 107. Acționare prin motor cu flanșă.

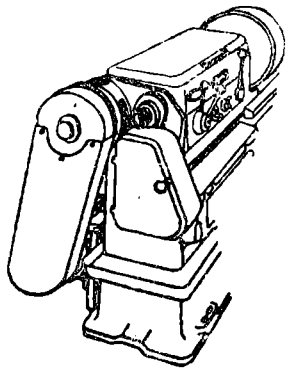


Fig. 108. Acționare prin motor montat pe piciorul strungului.

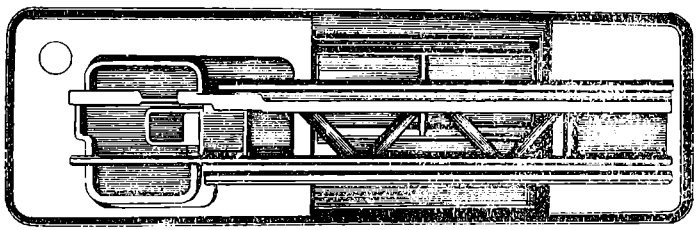


Fig. 109. Pat de strung cu ghidaje prismatice. Vedere de sus.

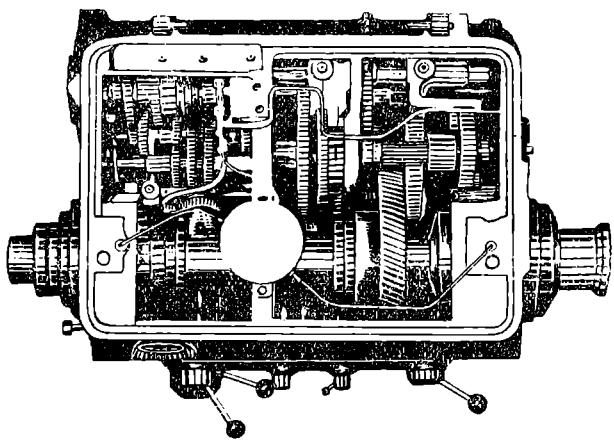


Fig. 110. Păpușă fixă. Vedere de sus.

strunjite depinde de execuţia corectă a axului principal, a lagărelor lui şi de precizia montajului. Axul principal este tubular (gol în interior), pentru prelucrarea pieselor din bare. Partea din faţă, ieşită din lagăr, este filetată la exterior, pentru fixarea platoului, a universalului sau a flanşei de antrenare, iar interiorul

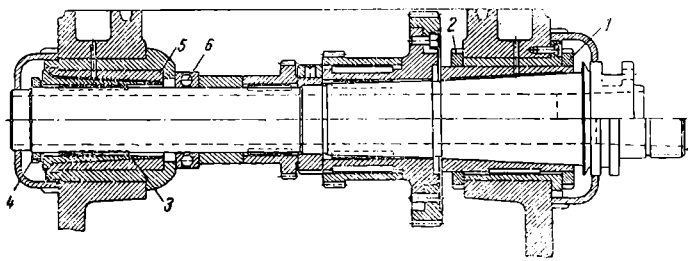


Fig. 111. Lagărele axului principal.

acestei părţi este conic, pentru fixarea vîrfului strungului. În cazul construcţiilor cu lagăre de alunecare, axul principal trebuie să se rotească fără bătăi. În caz contrar secţiunea piesei strunjite nu va fi circulară, iar pe suprafaţa piesei vor apărea urme de vibraţii. Construcţia lagărului se alege astfel, ca în caz de uzură lagărul să fie reglabil, pentru prevenirea jocului.

La lagărele de alunecare conice, cuzineţii se execută spintecaţi şi în cazul uzării pot fi reglaţi (fig. 111). La reglarea lagărului din faţă se slăbeşte piuliţa 2; apoi se strînge cu atenţie piuliţa *1* pînă cînd, rotind axul, se simte că axul se roteşte „strîns", după aceasta se strînge piuliţa 2. La reglarea lagărului din spate se procedează la fel. Suprafaţa exterioară conică a lagărului *3* se presează în bucşa *5* cu ajutorul piuliţei *4*, şi astfel se poate corecta uzura. Corectitudinea reglării se verifică prin rotire. După reglare, se strîng toate piuliţele.

Sarcina axială este preluată de rulmentul axial *6*. La construcţia schiţată unul dintre fusurile axului este cilindric, iar partea exterioară a lagărului este conică. Există construcţii la care fusurile axului principal au forma conică.

La strungurile la care se folosesc rulmenţi (fig. 112), frecarea este mai mică. Rulmenţii se utilizează mai mult la strungurile cu turaţii şi solicitări mari. Solicitările sînt preluate de un rulment cu role conice din faţă şi de un rulment axial cu role. Lagărul din spate are o construcţie similară.

Acţionarea axului principal. O strunjire de calitate se obţine prin respectarea vitezei de aşchiere, care depinde de materialul piesei şi de calitatea cuţitului. La strunjirea cu aceeaşi viteză de aşchiere, turaţia trebuie să fie mai mică sau mai mare, în funcţie de diametrul piesei. Cu cît posibilităţile de schimbare a

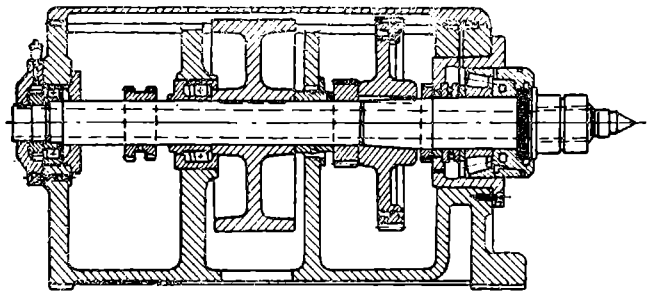


Fig. 112. Lagărul axului principal (pe rulmenţi).

turaţiei sînt mai mari, cu atît se pot alege mai uşor regimurile de lucru cele mai corespunzătoare scopului urmărit.

Mecanismele pentru modificarea turaţiei axului principal pot fi împărţite în două grupe principale: schimbătoare de viteze în trepte şi continue.

Schimbarea vitezei în trepte se face în general cu ajutorul conurilor etajate (fig. 113) sau prin folosirea angrenajelor cu roţi dinţate (fig. 114).

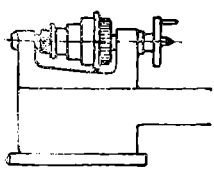


Fig. 113. Schimbător de viteză cu conuri etajate.

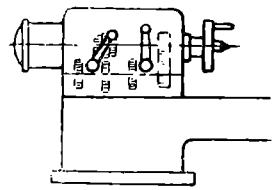


Fig. 114. Schimbător de viteză cu roţi dinţate.

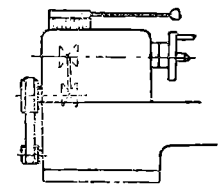


Fig. 115. Schimbător de viteză cu fricţiune, fără trepte.

Schimbarea continuă a vitezei se realizează cu ajutorul unui mecanism cu fricţiune. Tipul de mecanisme cu fricţiune cel mai răspîndit este cel cu curele trapezoidale, la care schimbarea vitezei se face cu două discuri conice, care pot fi apropiate sau îndepărtate unul de celălalt (fig. 115).

Acţionarea cu conuri etajate. Acţionarea cu conuri etajate combinată cu transmisie cu roţi dinţate se utilizează numai la tipurile de maşini mai vechi. Numărul treptelor este cel mult de 5, ceea ce este insuficient pentru condiţii normale de lucru.

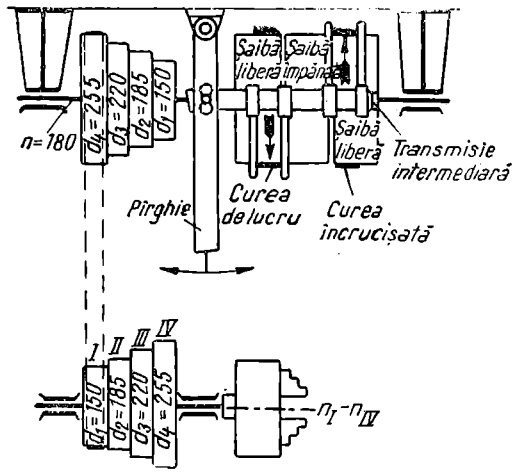


Fig. 116. Acţionarea cu con etajat.

Exemplu: Pentru diametrele conului etajat al transmisiei, arătată în fig. 116, şi la o turaţie a axului conducător de 180 rot/min, turaţiile axului principal vor fi următoarele:

treapta I de multiplicare $n_I = \frac{255 \times 180}{150} = 306$ rot/min;

treapta a II-a de multiplicare $n_{II} = \frac{220 \times 180}{185} = 214$ rot/min;

treapta a III-a de demultiplicare $n_{III} = \frac{185 \times 180}{220} = 151$ rot/min;

treapta a IV-a de demultiplicare $n_{IV} = \frac{150 \times 180}{255} = 105{,}8$ rot/min.

Conul etajat şi angrenaje de demultiplicare cu roţi dinţate. Conul etajat se roteşte liber pe axul principal (fig. 117). Roata dinţată Z_1 face corp comun cu conul etajat. Roata dinţată Z_4 este fixată cu ajutorul unei pene pe axul principal. Cuplînd ştiftul de antrenare M cu conul etajat, mişcarea acestuia se transmite direct axului principal. În această poziţie angrenajul cu roţi dinţate B este decuplat.

Dacă se folosesc diametrele treptelor de la exemplul precedent, axul principal va avea patru turaţii

$$n_I = 306;\ n_{II} = 214;\ n_{III} = 151;\ n_{IV} = 105{,}8 \text{ rot/min},$$

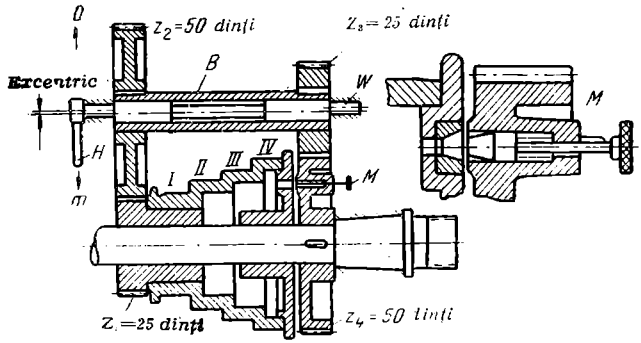


Fig. 117. Transmisie cu con etajat şi cu angrenaj.

iar prin cuplarea angrenajului se obţin încă patru turaţii. Înainte de cuplare se scoate ştiftul de antrenare M şi se roteşte braţul H. Axul angrenajului este excentric şi în urma rotirii braţului H din poziţia O în poziţia m roata dinţată Z_1 (cu 25 dinţi) se cuplează cu Z_2 (50 dinţi), iar Z_3 (25 dinţi) se cuplează cu Z_4 (50 dinţi). Raportul de transmitere al angrenajului în acest caz va fi

$$i = \frac{Z_1}{Z_2}\,\frac{Z_3}{Z_4} = \frac{25}{50}\cdot\frac{25}{50} = \frac{1}{4}.$$

Prin cuplarea angrenajului se obţin următoarele turaţii:

$$n_V = n_I \cdot i = 306 \times \frac{1}{4} = 79 \text{ rot/min};$$

$$n_{VI} = n_{II} \cdot i = 214 \times \frac{1}{4} = 53{,}5 \text{ rot/min};$$

$$n_{VII} = n_{III} \cdot i = 151 \times \frac{1}{4} = 37{,}5 \text{ rot/min};$$

$$n_{VIII} = n_{IV} \cdot i = 105{,}8 \times \frac{1}{4} = 26{,}4 \text{ rot/min}.$$

Cutia de viteze cu roţi dinţate. Rolul cutiei de viteze constă în schimbarea treptată a vitezei în limite largi. Strungul Iosif Rangheţ tip 1D-62 are, de exemplu, 18 trepte de viteză. Construcţia este rigidă şi asigură la strunjire o funcţionare fără tre-

pidaţii. Soluţia constructivă constă în aplicarea roţilor baladoare cu diferite numere de dinţi (fig. 118). Roţile dinţate *I*, *II* şi *III* formează un bloc; numărul lor de dinţi este Z_1, Z_3, Z_5; ele pot fi cuplate succesiv cîte una cu roţile dinţate Z_2—Z_4—Z_6 aflate pe

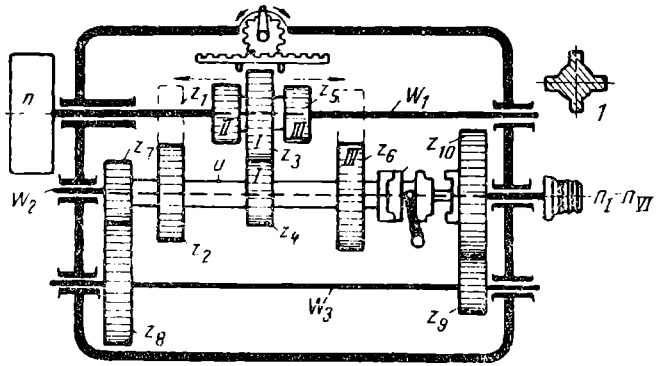


Fig. 118. Cutie de viteză cu roţi dinţate (schemă de principiu):
1 — secţiunea axului cu 4 caneluri.

axul tubular. Axul principal W_2 trece prin interiorul axului tubular *U*. Blocul roţilor dinţate *I*, *II* şi *III* poate fi deplasat longitudinal pe axul W_1, cu ajutorul unui angrenaj cu cremalieră. Astfel cu o simplă mînuire a pîrghiei se pot obţine trei turaţii diferite. Pe axul W_2 se află şi roata dinţată Z_7, care se cuplează în permanenţă cu roata dinţată Z_8 şi antrenează axul W_3. Roata dinţată Z_9 fixată pe acest ax antrenează roata dinţată Z_{10} montată pe axul principal.

Pe axul principal W_2 se găseşte un ambreiaj. În poziţia arătată în figură, axul *U* cu ajutorul ambreiajului antrenează axul principal. Mutînd pîrghia ambreiajului în poziţia din dreapta şi

Poziţia pîrghiei ambreiajului	Seria de turaţii I . . . III	Poziţia pîrghiei ambreiaju ul	Seria de turaţii IV . . . VI
↘	$n_I = n \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$	↗	$n_V = n \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \frac{Z_7}{Z_8} \frac{Z_9}{Z_{10}}$
↘	$n_{II} = n \cdot \frac{Z_1}{Z_2}$	↗	$n = n \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_7}{Z_8} \frac{Z_9}{Z_{10}}$
↘	$n_{III} = n \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$	↗	$n_V = n \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \frac{Z_7}{Z_8} \frac{Z_9}{Z_{10}}$

cuplîndu-l cu roata Z_{10}, mişcarea de rotaţie se transmite la axul principal cu ajutorul roţilor dinţate Z_7—Z_8 şi a axului W_3. Cu această cuplare se obţine şase turaţii diferite

Cutia de viteze a strungurilor moderne are de obicei trei grupe de roţi baladoare. Schimbarea vitezei se face numai după ce motorul de acţionare a fost decuplat de cutia de viteze. Pentru acest scop se utilizează în cele mai multe cazuri ambreiaje cu discuri combinate cu frînă. Pîrghiile de comandă a roţilor baladoare sînt în legătură cu frîna şi cu ambreiajul. Mişcînd roata baladoare, ambreiajul se decuplează şi intră în funcţiune şi frîna. Astfel se evită distrugerea roţilor dinţate.

Schimbătoare de viteze fără trepte. Schimbarea vitezei cu roţi baladoare se face în trepte. La schimbătoare de viteze fără trepte se pot obţine între anumite limite, după necesitate, orice turaţii (fig. 119). Cea mai răspîndită construcţie este cea cu

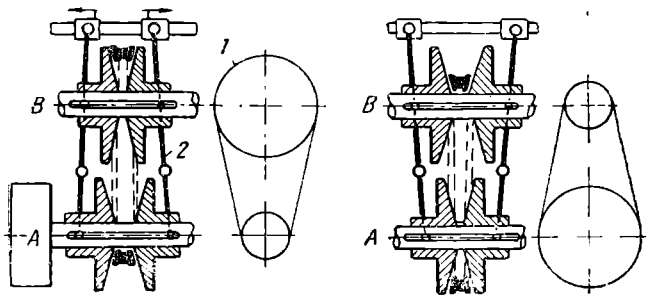


Fig. 119. Schimbător de viteze fără trepte, cu curea trapezoidală:
A — ax principal; *B* — ax intermediar; *1* — schema transmisiei; *2* — pîrghie de manevră.

curele trapezoidale, la care discurile conice care strîng cureaua se pot apropia sau îndepărta unul faţă de celălalt. La schimbătoarele electrice fără trepte se folosesc motoare de curent continuu, cu excitaţie în derivaţie.

Păpuşa mobilă. La partea superioară a păpuşii mobile se află pinola care se poate deplasa în direcţie longitudinală cu ajutorul unui ax filetat. În alezajul conic al pinolei se află un vîrf de strung, cu care se pot fixa piesele de prelucrat lungi. În cazul găuririi pinola serveşte pentru fixarea şi avansul sculei. Sînt două tipuri constructive de pinole: vechi şi noi (fig. 120 şi 121). La tipurile vechi, pinola are axul filetat ieşit în exterior. Păpuşa mobilă se deplasează longitudinal pe ghidajele patului. Fixarea ancorei alunecătoare *1* a păpuşii mobile de pat

în poziţia cerută de lungimea piesei de prelucrat se realizează cu ajutorul unei piuliţe sau cu pîrghia 2 şi axul excentric 3. Pentru fixarea pieselor între vîrfuri sau pentru deplasarea sculei serveşte roata de mînă 4 cu care se deplasează axul filetat 5. Coaxialitatea păpuşii fixe cu a păpuşii mobile este o condiţie principală. Acest lucru se obţine prin executarea perfect paralelă a ghidajului patului strungului. Pentru reglarea diferenţelor mici, corpul păpuşii mobile se confecţionează din două părţi. Partea superioară se aşază pe ghidajul transversal 6 şi se reglează cu şurubul 7.

Rotirea pinolei este împiedicată de şurubul 8 şi canalul longitudinal.

Pinolele strungurilor moderne sînt executate exclusiv cu ax interior, deoarece şurubul, aşezat într-un spaţiu închis, este ferit de lovituri, de depuneri de aşchii şi vîrful de strung poate fi scos uşor din alezajul conic trăgînd energic pinola înapoi.

Cutia de avansuri. În timpul aşchierii cuţitul trebuie să se deplaseze la fiecare rotaţie a axului principal în direcţia longitudinală sau transversală cu un avans stabilit. Deplasarea automată a saniei, corespunzătoare avansului, se realizează cu şurubul conducător sau cu axul avansurilor. Mişcarea de rotaţie a acestor organe se transformă în mişcare de translaţie longitudinală sau transversală prin intermediul mecanismelor din cutia căruciorului. Subansamblul situat între păpuşa fixă şi şurubul conducător şi axul avansurilor se numeşte *cutia de avansuri.*

Rolul cutiei de avansuri este următorul:

1) să transmită mişcarea de rotaţie de la păpuşa fixă la şurubul conducător sau la axul avansurilor;

2) să regleze mărimea avansului în funcţie de operaţia executată; la un avans mare turaţia şurubului conducător sau al axului avansurilor este mai mare, iar în caz contrar mai mică,

3) să schimbe sensul avansului prin schimbarea sensului de rotaţie al şurubului conducător sau a axului avansurilor; după caz se deplasează căruciorul de păpuşa fixă spre păpuşa mobilă sau invers.

La strungurile vechi, la care lipseşte axul avansurilor, acţionarea şurubului conducător se făcea prin intermediul unui con etajat. Astăzi astfel de strunguri nu se mai folosesc. O construcţie îmbunătăţită este acţionarea şurubului conducător sau a axului avansurilor prin intermediul roţilor dinţate (fig. 122) la care s-a introdus şi mecanismul de inversare (fig. 123).

Acţionarea şurubului conducător şi a axului avansurilor cu roţi dinţate poate fi întîlnită la toate strungurile moderne. Cu

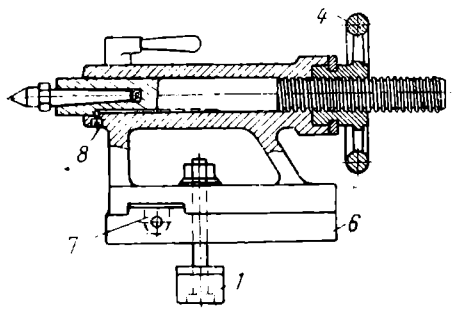


Fig. 120. Păpușă mobilă cu șurub exterior.

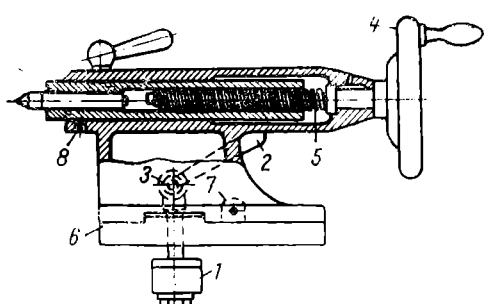


Fig. 121. Păpușă mobilă cu șurub interior.

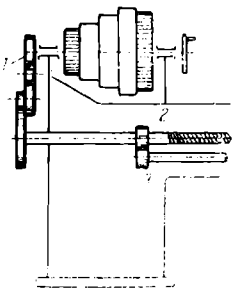


Fig. 122. Mecanism de avans cu roți dințate:
1 — ax principal; *2* — șurub conducător; *3* — axul avansurilor.

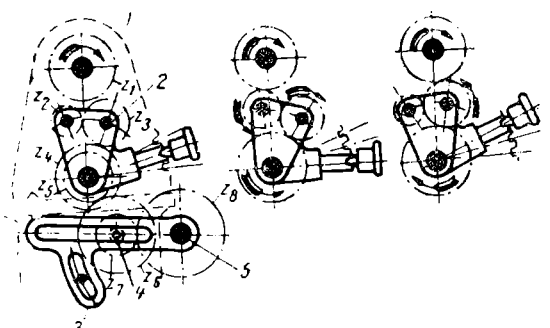


Fig. 123. Mecanism de avansuri cu inversor și cu roți de schimb:
1 — ax principal; *2* — furcă inversoare; *3* — lîră; *4* — fusul lirei; *5* — șurub conducător

ajutorul lirei şi al roţilor de schimb Z_1—Z_2—Z_3—Z_4, montate pe liră, se poate modifica mărimea avansului.

La efectuarea diferitelor operaţii de strunjire trebuie schimbate des roţile de schimb, ceea ce duce la pierderi mari de timp. Acest neajuns a fost înlăturat prin cuplarea mai multor perechi de roţi dinţate, corespunzător mărimii avansului necesar, şi cu ajutorul unor manete.

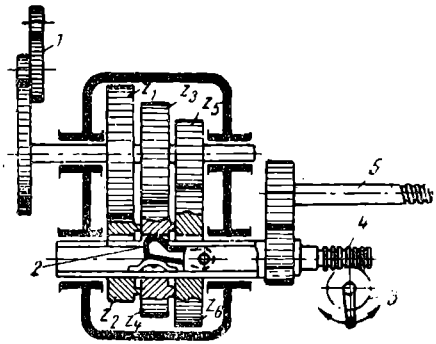


Fig. 124. Mecanism de avansuri cu pană mobilă:

1 — roţi de schimb; *2* — pană mobilă; *3* — pinion; *4* — ax dinţat; *5* — şurub conducător.

Se deosebesc două tipuri principale de cutii de avans cu roţi dinţate; cutie de avans cu pana mobilă şi cutie de avans Norton.

La cutia de avans cu pană mobilă (fig. 124) axul roţilor Z_1, Z_3, Z_5 primeşte mişcarea de la axul principal prin intermediul unor roţi de schimb *1*. Roţile dinţate Z_2, Z_3, Z_5 sînt montate rigid pe ax. Roţile dinţate Z_2—Z_4—Z_6 sînt libere pe axul tubular, în care se află pana mobilă 2. Axul tubular se poate deplasa longitudinal cu ajutorul manetei de cuplare şi al axului cu

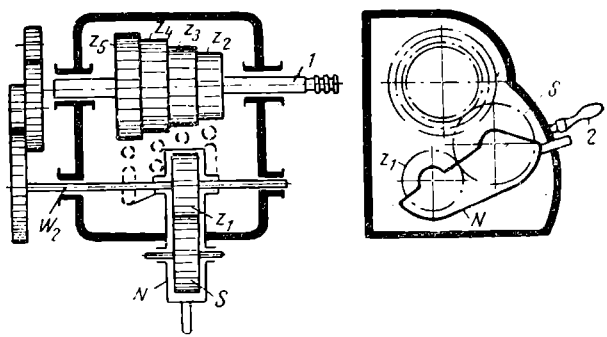


Fig. 125. Cutia Norton:

1 — şurubul conducător; *2* — maneta schimbătoare.

pinion *4*, iar pana mobilă poate fi cuplată cu oricare dintre roţile dinţate.

La cutia Norton (fig. 125) axul W_2 pe care poate să se deplaseze longitudinal roata dinţată Z_1 este acţionată de ase-

menea cu ajutorul roţilor de schimb. Roţile dinţate Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 sînt fixate pe axul şurubului conducător. Roata Z_1 se angrenează permanent cu roata dinţată S, care se poate cupla prin intermediul pîrghiei N cu oricare din cele patru roţi dinţate, obţinînd astfel patru turaţii diferite la şurubul conducător. Angrenarea corectă este asigurată prin fixarea manetei pîrghiei,

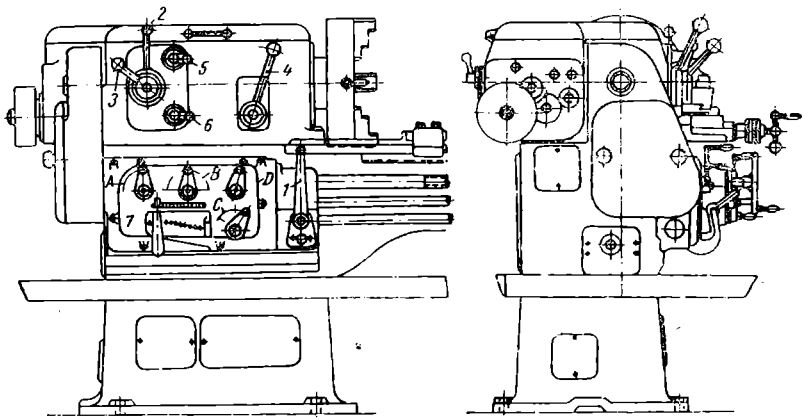


Fig. 126. Strungul Victoria:

1 — maneta de cuplare la pornire şi la schimbarea sensului rotaţiei; *2*, *3*, *4* — manetele de cuplare pentru modificarea turaţiei axului principal; *5* — manetă pentru demultiplicare; *6* — schimbătorul de sens de rotaţie; *7* — cutia Norton; *A* — maneta de cuplare pentru filet metric sau în ţoli; *B* — avansul cu pana mobilă; *C* — avansul cu roţi bladoare; *D* — maneta de cuplare pentru acţionarea şurubului conducător sau a axului avansurilor.

care este prevăzută cu un ştift cu arc şi care intră în găurile aflate în partea din faţă a cutiei de avansuri. Cutia Norton poate fi uşor identificată după rîndul de găuri oblice.

Fig. 126 reprezintă un strung (Victoria tip IPI-S2) cu pană mobilă şi cu cutie Norton.

Căruciorul este format din cutia căruciorului, sania principală, sania transversală şi sania portcuţit. Unele tipuri de strunguri au şi alte subansambluri sau au numai una sau două sănii. Sania principală a căruciorului se deplasează de-a lungul patului pe un ghidaj prismatic.

Sania transversală se poate deplasa perpendicular pe axa patului. La partea superioară a saniei transversale se află un dispozitiv pentru strunjire conică şi sania portcuţit.

La strunjire, deplasarea longitudinală a căruciorului principal se realizează mecanic, cu ajutorul axului avansurilor, sau manual, cu un pinion şi o cremalieră (fig. 127). Pentru execu-

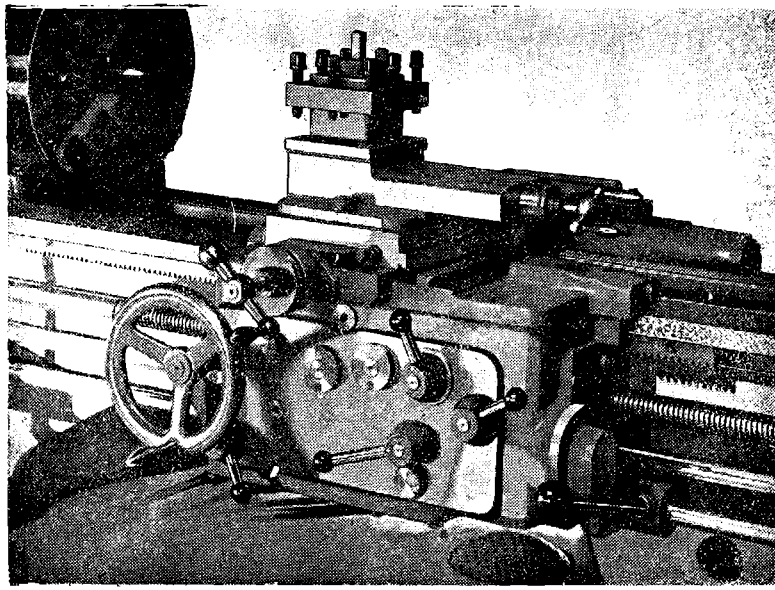


Fig. 127. Căruciorul strungului.

tarea filetelor se foloseşte şurubul conducător. Deplasarea căruciorului transversal se realizează cu ajutorul unui şurub acţionat manual sau mecanic şi a unei piuliţe fixată de sania transversală (fig. 128). Şurubul dispozitivului pentru strunjire conică se deplasează manual; numai la strungurile mari se foloseşte acţionarea mecanică; asemenea strunguri sînt prevăzute şi cu un mecanism cu roţi de schimb, servind la tăierea filetelor scurte.

În cutia căruciorului este montat mecanismul pentru deplasarea căruciorului în direcţie longitudinală, care transformă mişcarea de rotaţie a şurubului conducător şi a axului avansurilor în mişcare de translaţie longitudinală. Strungurile de construcţie mai veche au numai şurub conducător şi n-au axul avansurilor. Dezavantajul lor constă în aceea că după un timp de funcţionare se uzează partea solicitată a şurubului conducător şi nu mai poate fi folosit pentru tăierea filetelor de precizie. Şurubul conducător al strungurilor care au ax de avansuri nu se utilizează decît la tăierea filetelor. Pentru avansul longitudinal şi transversal se întrebuinţează axul avansurilor (fig. 129).

În cazul avansului longitudinal manual se aduce maneta de cuplare K_2 în poziţia 0 şi, prin rotirea manetei F, se deplasează

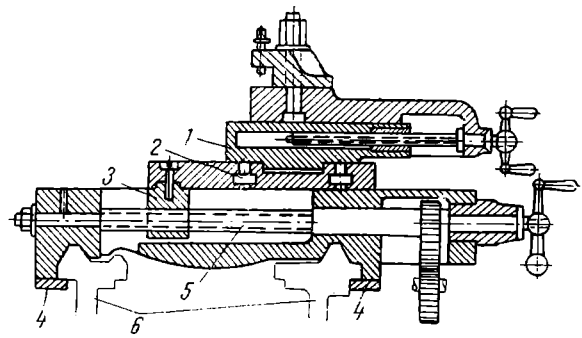


Fig. 128. Sania transversală a căruciorului:

1 — dispozitiv pentru strunjire conică; *2* — canale în formă de T; *3* — piulița șurubului căruciorului transversal; *4* — plăci de ghidare; *5* — șurubul căruciorului transversal; *6* — ghidajele prismatice ale patului.

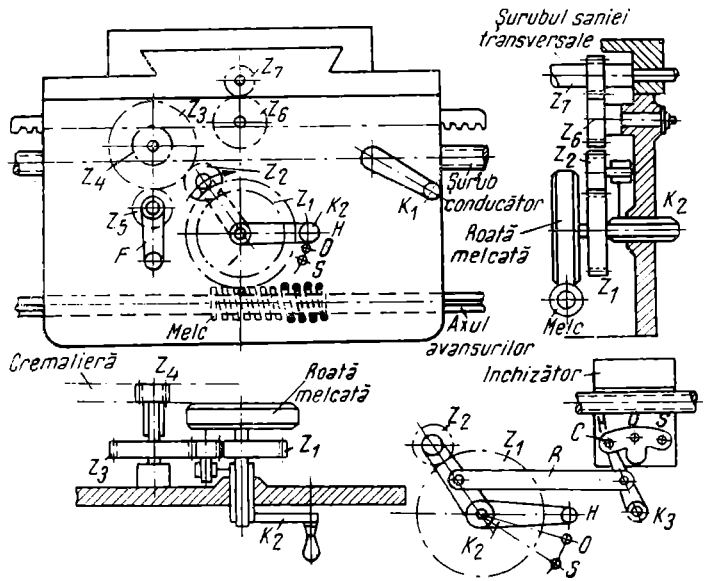


Fig. 129. Cutia căruciorului unui strung cu șurub conducător și ax de avansuri.

căruciorul, deoarece roata dinţată Z_5 se cuplează cu roata dinţată Z_3, iar roata dinţată Z_4 care este pe acelaşi ax cu Z_3, angrenează cu cremaliera.

Cînd se cuplează avansul automat se aduce maneta K_2 în poziţia H. În acest caz roata dinţată Z_2 cuplează roţile dinţate Z_1 şi Z_3. Pe acelaşi ax cu roata Z_1 se află o roată melcată, care este antrenată de un melc, care la rîndul lui se cuplează cu axul avansurilor prin intermediul unei pene mobile. Avansul căruciorului devine deci automat.

Cînd se lucrează cu avansul transversal se aduce maneta K_2 în poziţia S. Roata dinţată Z_2 se cuplează cu roţile Z_6 şi Z_7, fixate pe axul filetat al căruciorului transversal.

La tăierea filetelor maneta K_2 revine în poziţia 0, iar şurubul se blochează cu maneta K_1.

Mecanismul este completat cu un dispozitiv de blocare cu ajutorul căruia se poate bloca cuplarea simultană a şurubului conducător şi a axului avansurilor, ceea ce ar provoca distrugerea roţilor dinţate.

Dispozitivul de blocare al şurubului conducător cu maneta K_3, însă numai în cazul cînd blochează axul C, se găseşte în poziţia 0. Nu este însă admisibil ca roata Z_2 să se cupleze în acelaşi timp cu roata Z_3 care se cuplează prin intermediul roţii Z_4 cu cremaliera şi nici cu Z_6, cu ajutorul căruia se realizează deplasarea transversală a cuţitului.

Acest lucru se poate produce numai atunci cînd maneta K_2 se află în poziţia 0. Astfel între cele două manete K_2 şi K_3 trebuie realizată o mişcare forţată cu ajutorul manetei dispozitivului de blocare R.

ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ

Locul de muncă al strungarului este format din suprafaţa ocupată de strung cu un mic spaţiu în jurul lui necesar strungarului pentru deservirea strungului, cum şi din suprafeţele ocupate de diferite amenajări pentru păstrarea sculelor, dispozitivelor, a materialului de prelucrat, a pieselor prelucrate etc.

Dimensiunile locului de muncă al strungarului se determină în funcţie de mărimea strungului, de dimensiunile şi felul pieselor de prelucrat, cum şi de metoda de prelucrare (cu bucata, în serie sau în masă).

Suprafaţa locului de muncă trebuie să fie suficient de mare, pentru ca strungarul să poată circula în jurul strungului.

Organizarea locului de muncă este una din cele mai importante condiţii pentru obţinerea unei productivităţi înalte. Sculele şi instrumentele de măsurat vor fi aşezate în dreapta strungarului. Nu este permisă aşezarea sculelor pe ghidajul patului

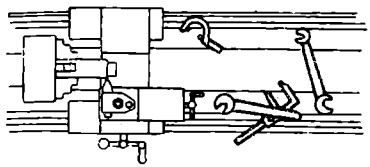


Fig. 130. Aşezarea neglijentă a sculelor şi instrumentelor de măsurat.

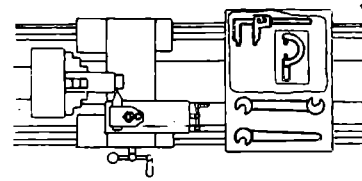


Fig. 131. Aşezarea corectă a sculelor şi instrumentelor de măsurat.

(fig. 130), ci pe apărătoarele de scînduri (fig. 131). Obiectele mai des folosite se aşază mai aproape, iar cele mai rar folosite mai departe. Pentru a evita mişcările inutile, distanţa dintre strungar şi sculele şi instrumentele de măsurat să fie pe cît

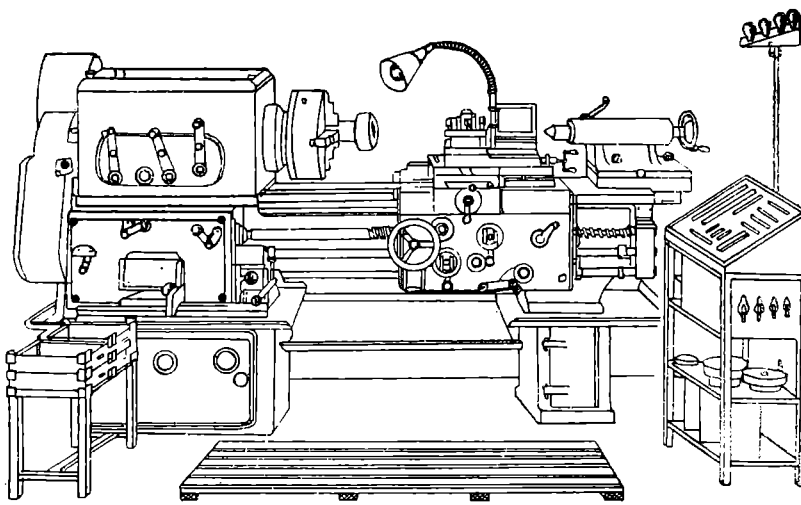


Fig. 132. Loc de muncă bine organizat.

posibil de mică (fig. 132). În partea stîngă (lîngă păpuşa fixă) se depozitează piesele brute, iar cele prelucrate, în partea dreaptă, spre păpuşa mobilă.

După folosire, sculele trebuie aşezate la locurile lor iniţiale pentru a nu se pierde timp cu căutarea lor. În dulapul de scule să fie întotdeauna ordine şi curăţenie perfectă (fig. 133). Dulapul de scule este împărţit în două părţi egale printr-un perete despărţitor vertical. În despărţitura de sus se ţin obiectele uşoare, documentele, desenele. Lîngă acestea se pot aşeza aparatele de măsurat. Sub ele se aranjează cuţitele de strung, grupate după mărime şi scopul lor de utilizare. Într-o cutie separată, pe rafturi, se ţin burghiele, adîncitoarele, tarozii, alezoarele, portcuţitele. Cheile, mandrinele şi alte scule şi dispozitive mai grele se ţin în rafturile de jos. Aşezarea corectă a sculelor pe rafturile din dulap este arătată în fig. 134.

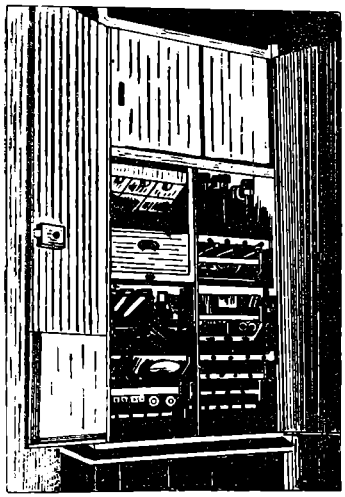


Fig. 133. Dulap de scule.

Strungarul trebuie să se îngrijească ca, înainte de a începe lucrul, locul de muncă să fie asigurat cu material sau semifabricate de prelucrat pînă la primirea altor piese sau a altei comenzi. Dacă se întîmplă eventuale defecte (avarii de maşină) se va raporta imediat maistrului.

Trebuie să se respecte cu stricteţe prescripţiile din planurile de operaţii. La executarea pieselor noi, înainte de a începe operaţia respectivă să se studieze cu atenţie desenul, să se pregătească cuţitele, sculele, instrumentele şi aparatele de măsurat şi dispozitivele care vor fi eventual necesare.

La terminarea schimbului se curăţă maşina, se strîng aşchiile de pe locul de muncă, se şterge maşina de emulsia de răcire şi se ung uşor cu ulei suprafeţele de alunecare. Sculele, instrumentele de măsurat se şterg cu atenţie şi se aşază la locurile lor, în dulap.

Îngrijirea strungului. *Revizuirea şi reglarea strungului.* Pentru funcţionarea corectă a strungului, adică pentru obţinerea dimensiunilor exacte ale pieselor care se prelucrează, cum şi pentru obţinerea unei calităţi bune a suprafeţelor pieselor, este necesar ca fiecare dintre mecanismele strungului să fie în perfectă stare. Strungarul are datoria de a întreţine maşina şi de a o regla.

Axul pricipal al strungului trebuie să se rotească uşor în lagăre, fără să aibă joc axial. Pentru controlarea strîngerii corecte a lagărelor, se controlează dacă strungul n-are vibraţii la mersul în gol.

O altă metodă pentru controlul lagărelor constă în introducerea, sub extremitatea axului principal (lîngă universul sau platou), a unei grinzi de lemn lungă de 750—1 000 mm, care manevrată ca o pîrghie, dă posibilitatea constatării strîngerii slabe a lagărelor. Jocul axului principal în sens axial se determină cu aceeaşi pîrghie, acţionînd însă în acest caz asupra feţei frontale a axului principal. Strîngerea prea tare a lagărelor este tot atît de dăunătoare ca şi strîngerea lor insuficientă. Strîngerea prea puternică se constată rotind cu mîna axul principal. Lagărele strînse prea tare se încălzesc repede şi duc la uzarea lor prematură.

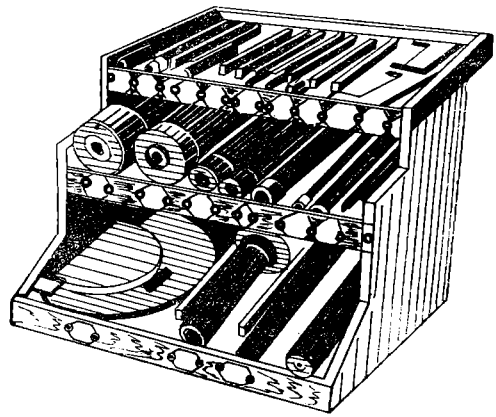


Fig. 134. Rafturi de scule.

Cutia de viteze a strungului şi cutia de avansuri trebuie să funcţioneze fără zgomot, putînd fi decuplate cu uşurinţă. Cu ocazia revizuirii cutiilor de viteze, trebuie să se verifice dacă acestea se cuplează corect în timpul lucrului şi, invers, dacă nu se produce cuplarea lor nedorită.

Cu ocazia revizuirii căruciorului trebuie să se verifice dacă acesta se deplasează uşor şi lin pe ghidaje, dacă nu are jocuri prea mari, care să provoace vibraţii. Dacă jocurile sînt prea mari se vor regla (strînge) penele respective.

O dată cu revizuirea căruciorului se verifică dacă cuplarea şi decuplarea manetelor avansului longitudinal şi transversal se face uşor.

Ungerea şi curăţirea strungului. De ungerea la timp a organelor în mişcare ale strungului depinde precizia funcţionării sale. Dacă piesele mobile ale strungului nu sînt unse ele se uzează repede şi strungul îşi pierde precizia. În afară de aceasta, în cazul unei ungeri defectuoase, lagărele se pot

gripa, ceea ce are ca rezultat distrugerea inevitabilă a pieselor strungului.

Trebuie să se dea o atenţie deosebită ungerii lagărelor păpuşii fixe, care funcţionează în condiţii grele. Ungerea acestor lagăre trebuie făcută cu regularitate, în fiecare zi sau chiar de cîteva ori pe zi, în cazul cînd strungul prelucrează piese grele, sau piese uşoare, cu viteze mari de prelucrare.

Ungerea ghidajelor patului se face cu ulei turnat dintr-o cană de ungere, după care se plimbă căruciorul manual de cîteva ori în lungul lor. În mod analog se ung şi ghidajele săniilor transversale şi portcuţit. Pentru protejarea ghidajelor de aşchii şi praf, cum şi a şurubului căruciorului transversal sînt prevăzute apărători de tablă fixate cu şuruburi. Dacă aceste apărători împiedică ungerea, se demontează şi imediat după terminarea ungerii se fixează la locul lor.

Pentru ungerea tuturor pieselor strungului se foloseşte uleiul prevăzut în cartea maşinii. Unele axe, cum şi roţile dinţate ale cutiei de viteze şi de avansuri se ung cu unsoare consistentă. În cutiile de viteze şi de avansuri, unsoarea consistentă se introduce direct prin nişte orificii mari, amenajate în acest scop, iar ungerea axelor şi a unor bucşe se face cu ajutorul ungătoarelor.

Tot atîta importanţă prezintă şi curăţirea strungului de aşchii şi praf. Curăţirea strungului se face numai atunci cînd el nu funcţionează. Murdăria şi unsoarea uscată se spală de pe strung cu o cîrpă sau cu deşeuri de bumbac muiate în petrol, apoi se şterge tot cu deşeuri de bumbac uscate.

Ghidajele patului şi alte părţi descoperite ale strungului trebuie să fie minuţios curăţite de praf şi numai după aceea unse.

Prezenţa uleiului pe aceste organe nu scuteşte pe strungar de a le curăţi şi de a le unge din nou. Praful şi aşchiile mărunte, amestecate cu ulei, uzează foarte repede ghidajele patului şi ale căruciorului. Din această cauză, cel puţin o dată pe zi, ghidajele patului trebuie să fie curăţite cu multă atenţie de uleiul vechi şi unse cu ulei proaspăt.

Se recomandă ca strungarii să ţină seamă de următoarele recomandări:

1. Să-şi însuşească şi să respecte instrucţiunile privind deservirea şi îngrijirea strungului şi a sculelor.

2. La fiecare început de schimb să ungă cu grijă organele în mişcare ale strungului. Uzura rapidă a strungului este o consecinţă a ungerii neîngrijite a maşinii.

3. Înainte de a porni strungul să verifice dacă manetele se află în poziţiile iniţiale de cuplare. Poziţiile greşite ale manetelor pot duce la avarii grave ale maşinii.

4. Să ferească ghidajele patului de aşchii şi pilituri. Dacă aşchiile şi piliturile ajung între suprafeţele de alunecare, acestea cauzează uzura prematură a maşinii şi, în consecinţă, reduc precizia maşinii, deci precizia pieselor prelucrate.

5. Părţile nefolosite ale ghidajelor patului trebuie acoperite cu apărătoare de scîndură (v. fig. 131), pe care se aşază sculele şi instrumentele de măsurat.

6. După terminarea schimbului de lucru să curăţe maşina şi s-o predea curată schimbului următor.

7. Partea conică a axului principal şi partea conică a pinolei în care se introduc vîrfurile trebuie bine curăţate, deoarece, în caz contrar, vîrfurile, burghiele şi mandrinele nu se pot fixa corect şi, în consecinţă, fie că piesele se rebutează, fie că se produc accidente grave.

VII.

STRUNJIREA EXTERIOARĂ

Strunjirea suprafeţelor cilindrice exterioare. Piesele cilindrice pentru a fi strunjite la exterior se prind între vîrful păpuşii fixe şi vîrful păpuşii mobile. Antrenarea se realizează cu ajutorul flanşei de antrenare.

Pentru ca piesa să fie strunjită între vîrfuri ea trebuie centrată, adică capetele ei trebuie găurite centric cu burghiul de centrare. În cele mai multe cazuri, înainte de centrare capetele frontale ale piesei (fig. 135) se strunjesc, deoarece numai pe o suprafaţă plană se poate trasa corect centrul piesei.

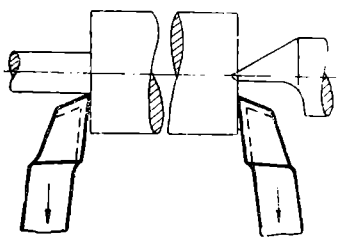


Fig. 135. Strunjirea plană a feţei frontale.

În cazul executării găurii de centrare pe o suprafaţă oblică se poate întîmpla ca burghiul de centrare să devieze sau chiar să se rupă.

La strunjirea suprafeţei frontale piesele se prind scurt în universal pentru a evita vibraţiile şi descentrarea piesei.

În cazul cînd piesele au un diametru mai mare decît gaura axului principal al păpuşii fixe, strunjirea suprafeţelor frontale se face prin fixarea lor în lunete fixe.

Centrarea pieselor de prelucrat şi trasarea găurii de centrare. Pentru găsirea centrului găurii de centrare şi trasarea lui, suprafaţa frontală a piesei prelucrate se vopseşte cu cretă pentru ca semnele de trasare, care determină poziţia centrului găurii de centrare, să fie mai vizibile.

Pentru trasarea găurilor de centrare există mai multe metode. Trasarea găurilor de centrare a pieselor din material laminat sau tras cu diametrul pînă la 40 mm se realizează cu ajutorul unui dispozitiv în formă de clopot (fig. 136). Dispozitivul se aşază vertical pe capătul piesei şi, printr-o lovitură de ciocan pe capul punctatorului dispozitivului, se marchează locul găurii de centrare.

Găurile de centrare pot fi trasate, de asemenea, cu ajutorul unui echer de trasare (fig. 137). Aplicînd acest echer pe capătul piesei se duce cu acul de trasare o linie, apoi se roteşte piesa sau echerul cu 90° şi se duce o a doua linie. Intersecţia acestor două linii determină poziţia centrului găurii. Aceeaşi operaţie se face şi la celălalt capăt al piesei.

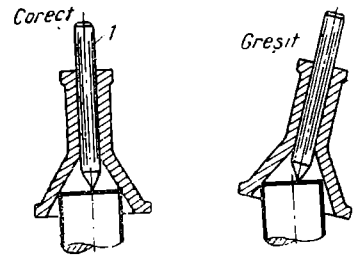


Fig. 136. Dispozitiv de centrare în formă de clopot:
1 — punctator.

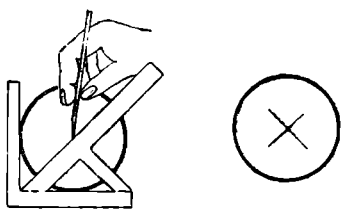


Fig. 137. Folosirea echerului de centrare.

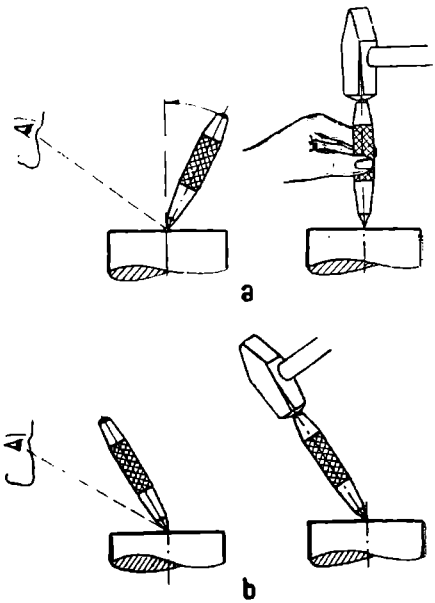


Fig. 138. Punctarea centrului găurii de centrare:
a — corectă; b — greşită.

La însemnarea centrului, punctatorul trebuie să fie perpendicular pe suprafaţa frontală a piesei, deoarece, în caz contrar, se obţine o devire a centrului găurii de centrare (fig. 138).

De obicei centrul găurii de centrare se trasează cu ajutorul compasului de trasare (fig. 139). Deschiderea compasului (distanţa între vîrfuri) se ia aproximativ egală cu raza piesei. Un vîrf al compasului se aşază pe marginea piesei şi rotind compasul se descrie un arc de cerc, apoi mutînd compasul în alte trei puncte, situate la 90° unul faţă de celălalt, se obţin pe piesă patru arce de cerc, care indică, la intersecţia lor, centrul găurii de centrare. Centrul găurii se înseamnă apoi cu punctatorul.

Această metodă se foloseşte mai mult pentru trasarea suprafeţelor frontale neprelucrate ale pieselor forjate.

Trasarea centrului găurii de centrare a pieselor se mai poate efectua şi cu paralelul de trasat cu talpă (fig. 140). Această metodă se foloseşte la trasarea pieselor cu diametre mari şi cu suprafeţe frontale neprelucrate Pentru găurirea centrului găurii acul de trasare se aşază aproximativ la centrul piesei şi se trag două linii scurte pe marginea suprafeţei frontale, una într-o parte şi alta în cealaltă parte, apoi se roteşte piesa cu 180° şi se trag încă două linii scurte. După aceea, se aşază acul de trasaj la jumătatea distanţei dintre cele două linii şi se trasează linia diametrului, apoi întorcînd piesa cu 90° se trasează încă o linie de diametru şi se punctează intersecţia lor.

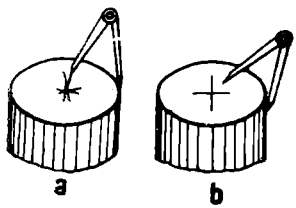


Fig. 139. Trasarea centrului găurii de centrare cu compasul cu vîrfuri:
a — corectă; *b* — greşită.

Forma şi dimensiunile găurilor de centrare. Găurile de centrare au o parte interioară cilindrică şi una conică (fig. 141). Diametrul şi lungimea găurii de centrare se stabilesc în funcţie

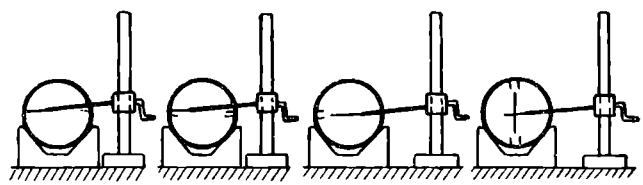


Fig. 140. Trasarea centrului găurii cu paralelul.

de diametrul şi de lungimea piesei. Conicitatea vîrfurilor de strung este în general de 60°. Înainte de prinderea piesei între vîrfuri, în partea conică a găurii de centrare care se prinde în vîrful fix (care nu se roteşte), se introduce o cantitate mică de unsoare, care protejează vîrful strungului de încălzire, adică micşorează frecarea dintre vîrf şi partea conică a găurii.

La prelucrarea unei piese grele, unghiul părţii conice se execută de 90° (fig. 142). Dar acest unghi are un dezavantaj care constă în mărirea solicitării în sens diametral, cum şi în mărirea deplasării radiale provocată de eventualul joc longitudinal.

Dacă fața frontală nu este prelucrată la strung sau gaura de centrare este deformată prin lovire, atunci partea exterioară a conului de 60° se teşeşte la 120° formînd o adîncitură apărătoare (conicitate de siguranţă) (fig. 143). Această metodă se foloseşte cînd piesa se prelucrează succesiv pe mai multe maşini.

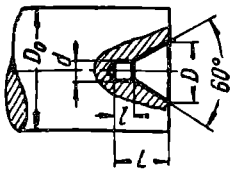


Fig. 141. Gaură de centrare pentru scopuri generale.

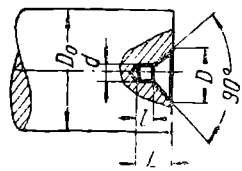


Fig. 142. Gaură de centrare la strunjirea pieselor grele.

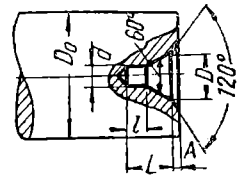


Fig. 143. Gaură de centrare cu conicitate de protecţie.

Dimensiunile găurilor de centrare sînt date în tabela 26.

Tabela 26. **Dimensiunile găurilor de centrare, mm**

Diametrul arborelui D_0	d	D		L		l		A
		Conform figurilor						
		141 şi 143	146	141 şi 144	147	141 şi 143	146	
pînă la 4	0,5	1,2	—	1,2	—	0,6	—	—
4—6	0,75	2,0	—	1,8	—	0,8	—	—
6—10	1,00	2,5	—	2,2	—	0,9	—	0,4
10—16	1,5	3,8	—	3,3	—	1,3	—	0,6
16—25	2,0	5,0	—	4,4	—	1,8	—	0,8
25—40	2,5	6,3	—	5,5	—	2,2	—	0,8
40—63	3,0	7,5	9,0	6,5	4,5	2,6	1,5	1,0
63—80	4,0	10,0	11,0	8,7	5,5	3,5	2,0	1,2
80—100	5,0	12,5	13,0	10,9	6,5	4,4	2,5	1,5
100—160	8,0	20,0	22,0	17,5	11,0	7,0	4,0	1,5

Scule pentru executarea găurilor de centrare. Partea cilindrică a găurii de centrare se execută la început cu un burghiu prins scurt într-o mandrină, apoi, cu un adîncitor de 60 sau 90°, se execută partea conică (fig. 144). Cele două operaţii se pot executa şi simultan cu un burghiu de centrare (fig. 145). Există şi burghie cu care se poate executa şi adîncitura de protecţie de 120° (fig. 146).

Executarea găurilor de centrare. Găurile de centrare se folosesc la prelucrare: la degroşare, la finisare şi după prelucrare: la o eventuală verificare a preciziei, la verificarea turaţiei, la măsurarea coaxialităţii sau la lucrările de reparaţie, la îndreptarea arborilor.

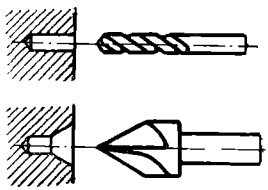


Fig. 144. Burghiu şi adîncitor pentru executarea găurilor de centrare.

Fig. 145. Burghiu de centrare.

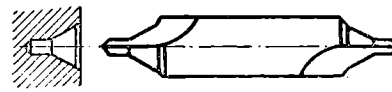


Fig. 146. Burghiu de centrare cu con de protecţie.

De aceea este necesar ca executarea lor să se facă cu mare atenţie.

La executarea găurilor de centrare pe strung piesa se prinde scurt în universal, apoi se strunjeşte plan suprafaţa frontală, după care se execută gaura de centrare cu un burghiu fixat în mandrina din pinola păpuşii mobile (fig. 147). Dacă centrul s-a trasat şi s-a poansonat anticipat, atunci gaura de centrare se face cu un

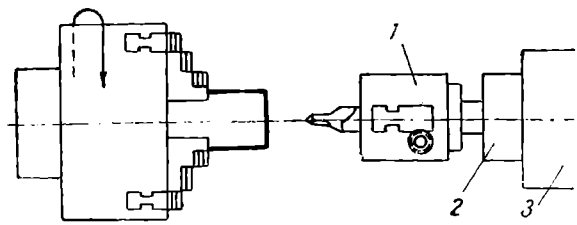


Fig. 147. Executarea găurii de centrare la strung cu mandrina fixată în păpuşa mobilă:
1 — mandrina; *2* — pinola păpuşii mobile; *3* — păpuşa mobilă.

burghiu prins în mandrina fixată în axul principal. Piesa se presează de burghiu cu ajutorul vîrfului păpuşii mobile (fig. 148), dar această metodă prezintă pericol de accidentare.

Piesele lungi şi de diametru mare se prind în universal, iar capătul lor liber se sprijină într-o lunetă fixă, apoi se strunjeşte plan suprafaţa frontală, după care se execută gaura de centrare cu un burghiu fixat în pinola păpuşii mobile.

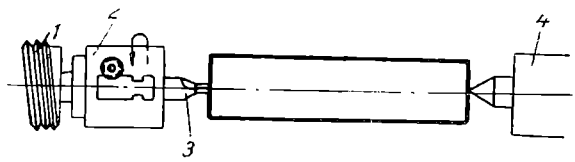


Fig. 148. Executarea găurii de centrare la strung cu mandrina fixată în axul principal:
1 — ax principal; *2* — mandrină; *3* — burghiu de centrare; *4* — păpuşa mobilă.

La piesele scurte şi de diametru mare gaura de centrare se execută cu maşina de găurit (fig. 149), dar aceasta este o operaţie care prezintă pericol de accidentare.

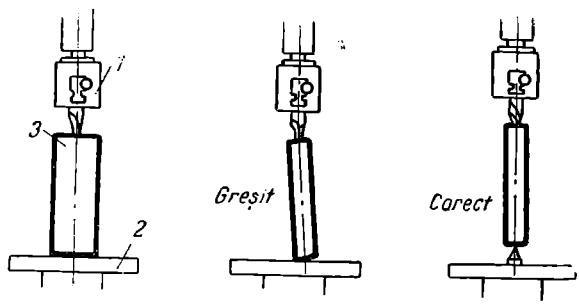


Fig. 149. Executarea găurii de centrare la maşina de găurit:
1 — mandrină; *2* — masa maşinii de găurit; *3* — piesa.

Găurile de centrare ale pieselor cu diametrul mai mare de 150 mm după trasarea centrelor se execută cu maşina de găurit electric sau cu aer comprimat, apoi partea conică se execută cu adîncitorul conic.

În cazul producţiei în serie se foloseşte o maşină specială pentru executarea găurilor de centrare (fig. 150).

În cazul cînd gaura de centrare trebuie corectată, piesa se prinde în universal, iar capătul liber se sprijină cu luneta; apoi

se centrează; după centrare se strunjeşte cu un cuţit de strunjit interior, după ce sania portcuţit a fost fixată la conicitatea respectivă (fig. 151).

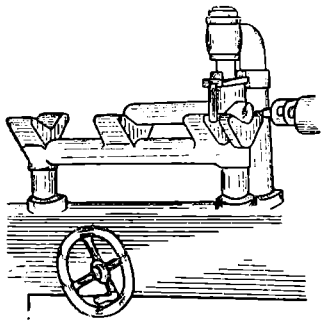


Fig. 150. Maşina de executat găuri de centrare.

În unele cazuri, cînd eroarea nu este prea mare, corectarea se poate face şi cu un răzător cu trei tăişuri.

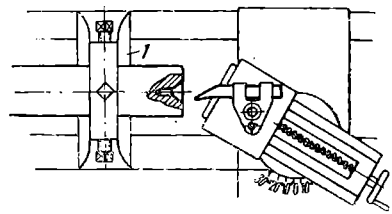


Fig. 151. Corectarea găurii de centrare:
1 — luneta fixă.

Nu este permis să se corecteze gaura de centrare, cu scule cu două tăişuri, de exemplu cu burghiul de centrare, deoarece tăişurile se aşază pe suprafaţa conică greşită.

Executarea găurilor de centrare. Dacă gaura de centrare este corect executată, vîrful se potriveşte exact în suprafaţa conică a găurii. Vîrful propriu-zis este liber în partea cilindrică a găurii (fig. 152).

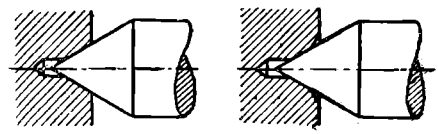


Fig. 152. Găuri de centrare corecte.

Gaura este greşit executată dacă conicitatea găurii este mai mică (fig. 153) sau mai mare (fig. 154) decît a vîrfului păpuşii mobile fixe. Cauza poate consta în alegerea unui burghiu cu conicitate diferită faţă de conicitatea vîrfului sau în potrivirea greşită a cuţitului la corectarea găurii.

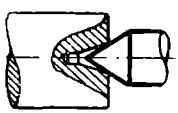


Fig. 153. Gaură de centrare cu conicitate mai mică decît conicitatea vîrfului.

În cazul cînd centrarea s-a executat excentric (fig. 155) se pierde foarte mult material, iar uneori această greşeală duce la ovalizarea piesei datorită eforturilor mari în partea din care se strunjeşte mai mult material.

Dacă la executarea manuală a găurii de centrare scula se ţine oblic, centrarea este greşită deoarece în felul acesta piesa şi gaura de centrare nu vor fi coaxiale (fig. 156),

iar piesele subţiri şi lungi se vor strîmba şi se vor produce rebuturi la strunjire.

Dacă gaura de centrare nu este suficient de adîncă, vîrful se va toci (fig. 157) şi calitatea piesei strunjite nu mai poate fi bună. În timpul aşchierii piesa se încălzeşte, lungimea ei se măreşte şi

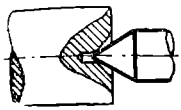


Fig. 154. Gaură de centrare cu conicitate mai mare decît conicitatea vîrfului.

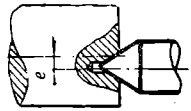


Fig. 155. Gaură de centrare excentrică.

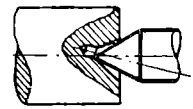


Fig. 156. Gaură de centrare oblică.

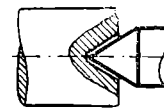


Fig. 157. Gaură de centrare scurtă.

forţa axială care apasă asupra vîrfului va fi mai mare. În consecinţă, vîrful se poate deteriora sau piesa se poate strîmba. Această deficienţă poate fi evitată dacă din cînd în cînd se slăbeşte păpuşa mobilă şi apoi se potriveşte din nou.

Fixarea pieselor între vîrfuri. O metodă răspîndită de prelucrare a pieselor la strung este metoda prelucrării între vîrfuri.

În acest caz piesa centrată (cu găuri de centrare) se fixează între vîrfurile strungului în aşa fel, incît piesa să se rotească cu

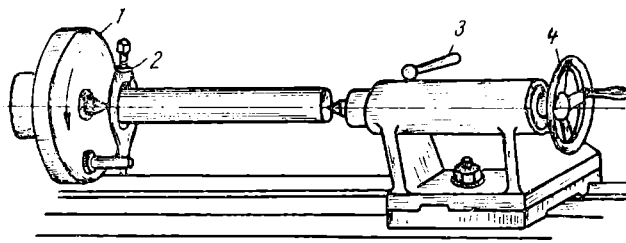


Fig. 158. Fixarea pieselor între vîrfuri:
1 — flansă de antrenare; *2* — inimă de antrenare; *3* — maneta de strîngere a pinolei; *4* — roata de mînă a pinolei.

mîna, opunînd o mică rezistenţă. În timpul prelucrării, din cauza trepidaţiilor se pot slăbi şuruburile de strîngere ale păpuşii mobile. Pentru preîntîmpinarea acestei slăbiri şuruburile se strîng puternic de la început, iar în cazul cînd ele totuşi se slăbesc se strîng din nou după ce strungul a fost oprit.

Mişcarea de la axul principal la piesă se transmite cu ajutorul flanşei de antrenare (fig. 158), care se înşurubează pe axul principal al strungului şi al inimii de antrenare, fixată pe piesa de prelucrat cu ajutorul unui şurub.

Capătul liber al inimii este antrenat de un canal sau de un cui de pe flanşa de antrenare şi transmite astfel piesei mişcarea de rotaţie. În primul caz, capătul inimii este încovoiat (fig. 159, *a*), iar în al doilea caz, acest capăt este drept. Unele flanşe de antrenare sînt confecţionate în formă de clopot (fig. 159, *c*). Aceste flanşe de antrenare înlătură posibilitatea prinderii îmbrăcămintei strungarului, înlătură deci posibilitatea unei accidentări.

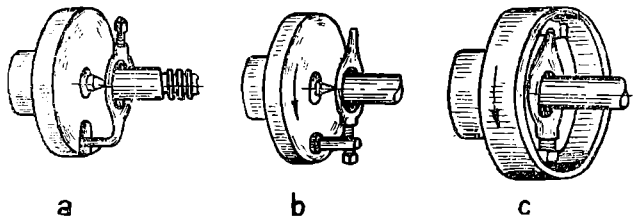


Fig. 159. Flanşă de antrenare şi inimă de antrenare.

Inima de antrenare nu trebuie in nici un caz antrenată din partea şurubului de strîngere (fig. 159, *b*), deoarece acesta se poate îndoi sau slăbi în timpul lucrului.

În cazul fixării pieselor cu suprafaţa finisată sub capătul şurubului inimii de antrenare se aşază o bucată de material mai moale

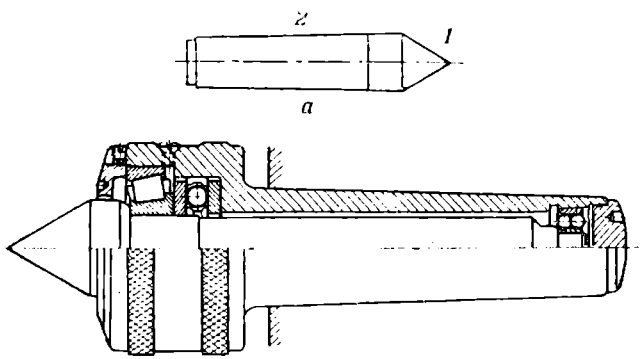


Fig. 160. Vîrf de strung:
a — fix; *b* — rotativ.

(aramă) sau se foloseşte o bucşă despicată. În felul acesta se preîntîmpină imprimarea capătului şurubului în piesă, deci se înlătură deterioarea piesei.

Vîrfurile de strung. De obicei se folosesc vîrfuri de tipul celor arătate în fig. 160, adică vîrfuri fixe şi vîrfuri rotative.

Vîrful fix (fig. 160, *a*) este compus din conul *1* care se introduce în piesă şi din coada conică 2. Coada trebuie să se potrivească exact în gaura conică din axul principal şi din pinola păpuşii mobile a strungului. Capătul vîrfului trebuie să se afle exact în axa cozii vîrfului. Pentru verificare, se introduce vîrful în gaura conică din axul principal şi apoi se pune în mişcare strungul. Dacă vîrful este bine executat, capătul său nu va bate.

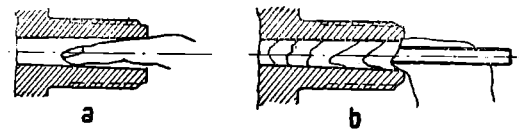


Fig. 161. Curăţirea găurii conice:
a — greşit; *b* — corect.

Înainte de a introduce vîrful în axul principal, coada vîrfului şi pereţii găurii axului trebuie să fie bine şterşi (curăţaţi).

Pentru a evita accidentele, gaura din axul principal nu se şterge niciodată cu degetul (fig. 161, *a*), ci numai cu bumbac, şi numai atunci cînd axul principal nu se roteşte (fig. 161, *b*).

Vîrful din axul principal se roteşte împreună cu acesta şi cu piesa de prelucrat, în timp ce vîrful din păpuşa mobilă este în majoritatea cazurilor fix şi se freacă de piesa care se roteşte. Din cauza frecării, se încălzeşte şi se uzează atît suprafaţa conică a vîrfului, cît şi suprafaţa găurii de centrare din piesă. De aceea pentru micşorarea frecării, vîrful păpuşii mobile trebuie uns. Dacă vîrful păpuşii mobile nu este uns, el se gripează, iar suprafaţa găurii de centrare se deformează.

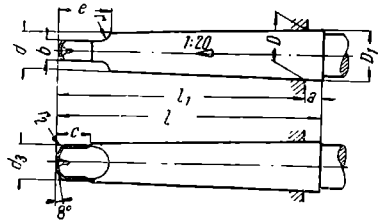
În cazul strunjirii pieselor cu turaţii mari, cum şi la prelucrarea pieselor grele, fixarea pieselor între vîrfuri ar fi imposibilă datorită faptului că vîrful păpuşii mobile fiind fix, atît el cît şi gaura de centrare a piesei se uzează repede. Pentru micşorarea uzurii vîrfului păpuşii mobile, capătul lui este uneori armat cu aliaj dur. Dar mai avantajoasă este folosirea *vîrfurilor rotative*.

Alegerea vîrfului de strung. Executarea unei strunjiri exterioare de bună calitate depinde şi de alegerea corespunzătoare a vîrfului de strung.

Pentru scopuri generale, în funcţie de solicitare, se utilizează vîrfuri fixe, cu conul de 60, 75 sau de 90°. Vîrful de strung se fixează în gaura conică a păpuşii mobile sau a axului principal, iar în cazul vînd vîrfurile sînt mai mici decît găurile conice se folosesc reducţii. Aceste reducţii trebuie să permită

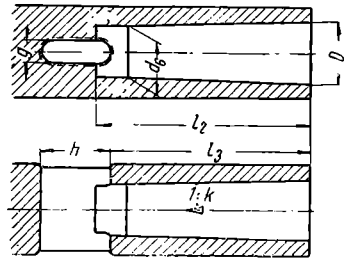
evàcuarea vîrfului prin lovituri uşoare de ciocan, dar totuşi trebuie ca aderenţa lui să fie suficientă pentru a împiedica răsucirea în timpul lucrului. În practică se folosesc vîrfuri şi reducţii cu con Morse (tabela 27) sau vîrfuri şi reducţii metrice (tabela 28). Vîrfurile se aleg în funcţie de greutatea piesei de prelucrat (tabela 29, rubrica 1). În rubrica a doua a tabelei sînt

Tabela 27. **Conuri şi alezaje Morse pentru scule**



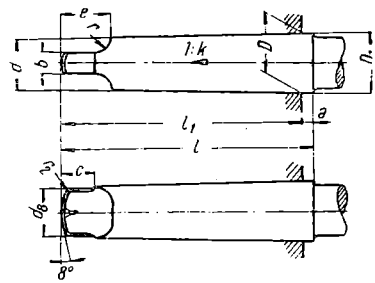
Notaţii	Dimensiunile conzii conice, mm						
	0	1	2	3	4	5	6
D	9,045	12,065	17,780	23,825	31,267	44,399	63,348
D_1	9,212	12,240	17,980	24,051	31,543	44,731	63,759
d	6,115	8,972	14,059	19,132	25,154	36,547	52,419
d_3	5,9	8,7	13,6	18,6	24,6	35,7	51,3
l	59,5	65,5	78,5	98	123	155,5	217,5
l_1	56,3	62,0	74,5	93,5	117,7	149,2	209,6
a	3,2	3,5	4,0	4,5	5,3	6,3	7,9
b	3,9	5,2	6,3	7,9	11,9	15,9	19
c	6,5	8,5	10,5	13,0	15,0	19,5	28,5
e	10,5	13,5	16,5	20,5	24,0	30,5	45,5
r	4	5	6	7	9	11	17
r_2	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4
Conicitate $1:K$	1:19,212	1:20,047	1:20,020	1:19,922	1:19,254	1:19,002	1:19,180
Unghiul de con	2°58′54″	2°51′26″	2°51′41″	2°52′32″	2°58′31″	3°0′53″	2°59′12″
Unghiul de înclinaţie	1°29′27″	1°25′43″	1°25′50″	1°26′16″	1°28′15″	1°30′26″	1°29′36″
Notaţie după STAS 2285-51	1 : 19,212 (Morse 0)	1 : 20,047 (Morse 1)	1 : 20,020 (Morse 2)	1 : 19,922 (Morse 3)	1 : 19,254 Morse 4)	1 : 19,002 (Morse 5)	1 : 19,180 (Morse 6)

Tabela 27 (continuare)



Notații	Dimensiunile bucșei conice, mm						
	0	1	2	3	4	5	6
D	9,045	12,065	17,780	23,825	31,267	44,399	63,348
d_6	6,7	9,7	14,9	20,2	26,5	38,2	54,8
l_2	52	56	67	84	107	135	187
l_3	49	52	63	78	98	125	177
g	3,9	5,2	6,3	7,9	11,9	15,9	19
h	15	19	22	29	32	38	47
Conicitatea 1:k	1:19,212	1:20,047	1:20,020	1:19,922	1:19,254	1:19,002	1:19,180

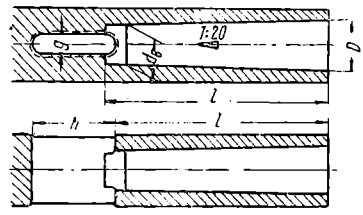
Tabela 28. **Conuri și alezaje în sistem metric pentru scule**



Dimensiunile cozii conice, mm

D	D_1	d	d_3	l	l_1	a	b	c	e	f	f_2	Unghiul de con α	Unghiul de înclinație $\frac{\alpha}{2}$
80	80,40	69	67	228	220	8	26	24	47	23	5		
100	100,5	87	85	270	260	10	32	28	58	30	6		
120	120,6	105	103	312	300	12	38	32	68	36	6	2°51′52″	≈ 1°26′
160	160,8	141	139	306	380	16	50	40	88	48	8		
200	201,0	177	175	480	460	20	62	48	108	60	10		

Tabela 28 (continuare)



Dimensiunile bucşei conice, mm

D	d_e	l	l_3	g	h
80	71,4	202	186	26	52
100	89,0	240	220	32	60
120	108,4	276	254	38	68
160	145,4	350	321	50	84
200	182,4	424	388	62	100

Tabela 29. **Alegerea vîrfului de strung**

	Conul Morse	0	1	2	3	4	5	6
1	Greutatea piesei, kg	—	180	420	750	1 250	2 500	5 200
2	Unghiul conului vîrfului, grade .	60	60	60—75	75	75—90	90	90
3	Diametrul părţii cilindrice a găurii de centrare, mm	2,5—3	4	5	8	> 8	> 8	> 8

date conicităţile vîrfurilor. Din rubrica a treia se alege diametrul părţii cilindrice a găurii de centrare (v. fig. 141—143 şi tabela 26).

În cazul cînd trebuie asigurat accesul sau ieşirea cuţitului de strung de la centrul presei se utilizează vîrful scobit (v. fig. 135).

După terminarea lucrului, vîrful se poate scoate uşor din reducţie sau pinolă.

Înainte de întrebuinţare, mai ales la finisarea de precizie, să se verifice cu atenţie centrarea vîrfului. Această verificare

se face cu comparatorul (fig. 162). Dacă vîrful este deformat, el se rectifică cu un polizor fixat în port-cuţit (fig. 163). Lovirea vîrfului nu este admisă.

Prelucrarea pieselor cilindrice lungi. Utilizarea lunetelor. Piesele cilindrice a căror lungime este de 10—12 ori mai mare decît diametrul lor se încovoaie în timpul strunjirii, atît datorită greutăţii lor proprii, cît şi datorită forţei de aşchiere. Ca urmare, piesa obţinută nu are o formă corectă, este mai groasă la mijloc şi mai subţire la capete. Acest defect poate fi evitat prin folosirea unui dispozitiv special de susţinere numit *lunetă*. Folosind lunetele, piesele pot fi strunjite cu o precizie mare şi se poate lucra cu o secţiune mare de aşchiere, fără pericolul de încovoire a piesei.

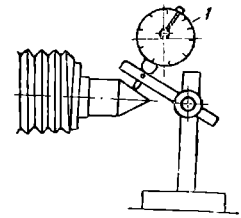


Fig. 162. Verificarea vîrfului cu comparatorul.

Lunetele pot fi fixe şi mobile. *Luneta fixă* (fig. 164) se fixează direct pe pat. La strungurile pe care se strunjesc piese subţiri şi foarte lungi se foloseşte atît luneta fixă, cît şi cea mobilă (v. fig. 167).

Înainte de a se fixa un semifabricat nestrunjit în lunetă trebuie să se strunjească la mijloc un canal cu o lăţime puţin mai mare decît lăţimea fălcilor.

Dacă semifabricatul este subţire şi lung şi canalele de ghidare pentru fălci nu pot fi executate, atunci se foloseşte luneta

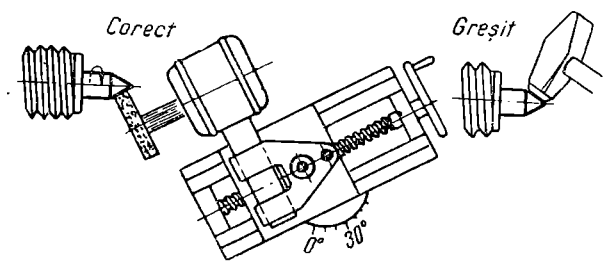


Fig. 163. Rectificarea vîrfului.

cu bucşă. Bucşa se potriveşte şi se fixează pe la mijlocul semifabricatului. Bucşa este prevăzută cu opt şuruburi de fixare (fig. 165). Cu ajutorul acestor şuruburi şi cu comparatorul se centrează bucşa ca să nu bată şi apoi se apropie fălcile lunetei

de bucşă. Fălcile lunetei trebuie să fie bine unse, atît în cazul folosirii bucşei, cît şi în cazul cînd fălcile sînt în contact cu canalul de ghidare pentru fălci.

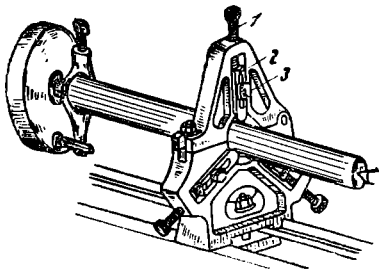


Fig. 164. Lunetă fixă:
1 — şurub de reglare; *2* — falca de ghidaj; *3* — şurub de strîngere.

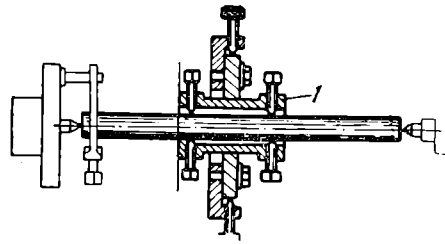


Fig. 165. Lunetă cu bucşă pentru prelucrarea pieselor cu suprafaţa brută:
1 — bucşă cu 8 şuruburi.

După ce strunjirea a fost executată pînă lîngă lunetă, se opreşte strungul, se deschide luneta, se scoate semifabricatul dintre vîrfuri şi se îndepărtează bucşa.

Apoi se întoarce semifabricatul şi, aşezînd fălcile lunetei pe diametrul părţii strunjite, se strunjeşte restul semifabricatului.

Lunetele fixe se folosesc de asemenea la retezarea şi strunjirea plană a capetelor pieselor lungi (fig. 166).

Fălcile lunetei fixe trebuie să fie potrivite exact la diametrul canalului de ghidare a fălcilor sau a părţii strunjite a semifabricatului; în caz contrar, se pot obţine suprafeţe conice sau ovale.

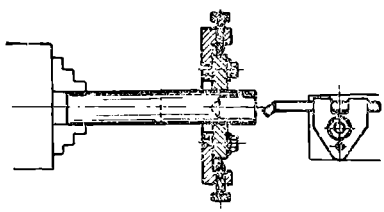


Fig. 166. Susţinerea pieselor prinse numai la un capăt.

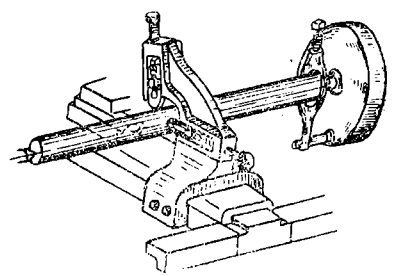


Fig. 167. Lunetă mobilă.

Fălcile nu trebuie strînse prea tare pentru a micşora frecarea şi pentru a evita zgîrierea suprafeţei.

Luneta mobilă (fig. 167) se foloseşte la strunjirea de finisare a pieselor lungi precum şi la tăierea filetelor pieselor

lungi şi subţiri. Luneta mobilă se fixează pe sania principală a căruciorului astfel, încît aceasta se deplasează împreună cu căruciorul în lungul piesei de strunjit, urmînd cuţitul. În acest mod, luneta susţine piesa chiar în locul aplicării forţei de aşchiere şi preîntîmpină astfel încovoierea ei.

Luneta mobilă are numai două fălci. Ele se deplasează şi se fixează cu ajutorul unor şuruburi.

Lunetele cu fălci obişnuite nu pot fi folosite la prelucrarea rapidă, din cauza uzării rapide a fălcilor. În asemenea cazuri, se folosesc lunete cu rulmenţi în locul fălcilor obişnuite.

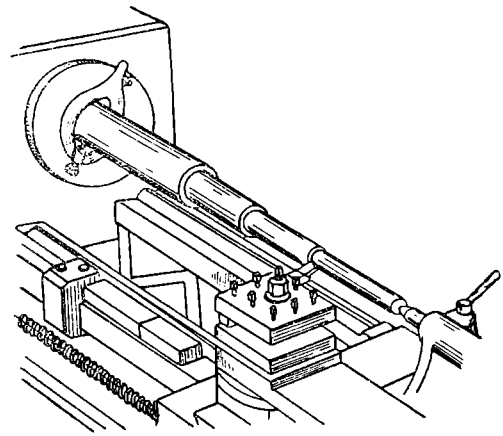


Fig. 168. Strunjirea în trepte cu ajutorul opritoarelor.

Strunjirea în trepte cu ajutorul opritoarelor. La producţia în serie, dacă strungul este prevăzut cu un dispozitiv automat de decuplare, poate fi folosit un opritor pentru limitarea părţii prelucrate (fig. 168). Cînd căruciorul ajunge la opritor, dispozitivul automat decuplează avansul. Dacă înaintea opritorului se aşază o cală, piesa se poate prelucra în trepte.

Dacă strungul nu are opritoare, piesele cilindrice cu trepte pot fi prelucrate prin metoda mai multor cuţite. Acest procedeu se foloseşte des la producţia în serie, dar poate fi aplicat şi la strungurile universale dacă cuţitele se fixează în suport după un model sau după şablon. Această metodă de muncă poate reduce timpul de prelucrare chiar şi la producţia în serii mici (10—30 buc.).

Rebutul la strunjirea longitudinală şi preîntîmpinarea lui. O piesă se consideră rebutată dacă pe suprafaţa ei rămîn porţiuni neprelucrate (pete), dacă dimensiunile strunjite sînt greşite, dacă în locul unei suprafeţe cilindrice se obţine o suprafaţă conică, dacă secţiunea piesei este ovală sau dacă suprafaţa prelucrată prezintă defecte.

Rezultă *rebut cu pete,* dacă adaosul de prelucrare al piesei brute este insuficient, dacă piesa este strîmbată, dacă gaura de centrare este greşită, dacă păpuşa mobilă nu este în acelaşi ax cu păpuşa fixă. În cele mai multe cazuri piesa astfel rebutată nu poate fi remaniată.

Rebutul poate fi evitat dacă nu se prelucrează semifabricate cu defecte sau piese brute neîndreptate, dacă se verifică gaura de centrare şi poziţia păpuşii mobile.

Dimensiuni greşite se obţin atunci cînd cuţitul nu este destul de bine strîns şi este împins înapoi în port-cuţit, dacă la stabilirea adîncimii de aşchere s-a măsurat greşit. Astfel de rebuturi nu se pot corecta decît numai în cazul cînd dimensiunea greşită este mai mare decît dimensiunea piesei finisate.

Rebuturi cu *suprafeţe conice* rezultă atunci cînd vîrfurile strungului şi găurile conice de centrare nu sînt curăţate şi din această cauză vîrfurile nu se aşază perfect în gaura de centrare, precum şi în cazul cînd păpuşa mobilă nu este coaxială cu axul principal. Rebutul poate fi preîntîmpinat dacă se înlătură cauza lui.

Secţiune ovală rezultă la strunjire dacă lagărele de susţinere ale axului principal au o uzură neuniformă şi axul bate. Rebutarea pieselor poate fi evitată dacă strungul este verificat sistematic şi eventualele defecte sînt eliminate.

Cauzele obţinerii unor *suprafeţe aspre şi greşit prelucrate* pot fi: avans mare, unghiurile cuţitului greşite, rază de racordare a cuţitului mică, dacă cuţitul este ieşit prea mult din portcuţit şi şuruburile de fixare nu sînt strînse suficient, dacă se folosesc adaosuri de cuţit prea multe şi subţiri, dacă ghidajele căruciorului nu sînt corect potrivite.

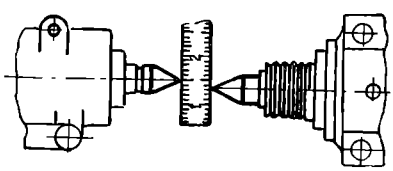


Fig. 169. Verificarea coaxialităţii vîrfurilor.

Aceste rebuturi pot fi evitate dacă se elimină cauza lor. Prin pilire sau prin şlefuire cu hîrtie abrazivă se pot repara numai piese de mică importanţă.

Obţinerea unor piese conice poate fi evitată dacă se verifică riguros coaxialitatea vîrfurilor strungului. Verificarea aceasta se poate executa cel mai simplu apropiind vîrful păpuşii mobile de vîrful păpuşii fixe (fig. 169). La verificare se recomandă să se aşeze sub vîrfuri o hîrtie albă pentru a observa mai bine coinci-

denţa lor. Dacă se constată o oarecare deviere, se slăbeşte şurubul de fixare al păpuşii mobile şi se deplasează în măsura necesară partea ei superioară în ghidajul transversal, cu ajutorul şuruburilor de reglaj. După reglare se strînge şurubul de fixare. În prealabil se mai verifică o dată poziţia vîrfurilor şi la nevoie se repetă reglarea. La strung nu se poate prelucra un corp perfect cilindric decît după reglarea coaxialităţii vîrfurilor. Pentru control se efectuează o strunjire de probă.

Fixarea pieselor în universale şi platouri. Piesele scurte se fixează, de obicei, în universale. Dacă piesa de strunjit este de trei ori mai lungă decît diametrul ei, atunci ea trebuie susţinută cu ajutorul unui vîrf. Piesele mai scurte se strunjesc fără ajutorul vîrfului. Forma şi construcţia cuţitelor sînt aceleaşi ca la strunjirea pieselor cilindrice lungi.

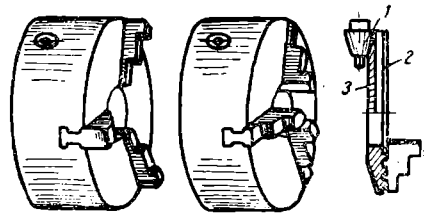


Fig. 170. Universal cu trei fălci:
1 — pinion conic; 2 — canal spiral; 3 — coroană dinţată.

Universalele (fig. 170) sînt în cele mai multe cazuri prevăzute cu trei fălci şi mult mai rar cu patru fălci. Ele sînt foarte avantajoase, deoarece toate fălcile lor se deplasează în acelaşi timp, datorită cărui fapt o piesă cilindrică se fixează şi se strînge exact după axa axului principal. În afară de aceasta, timpul necesar fixării piesei este foarte scurt.

Universalul are în interior un disc prevăzut pe o parte cu un canal spiral, iar pe partea cealaltă cu o coroană dinţată conică (fig. 170). Coroana dinţată se cuplează cu un pinion conic prevăzut cu un locaş pătrat la capătul său exterior, în care se introduce cheia de strîngere.

Canalul spiral angrenează cu dinţii de pe partea interioară a fălcilor de fixare. Cînd discul cu canalul spiral se roteşte, fălcile se apropie sau se îndepărtează de centru strîngind sau eliberînd piesa, în funcţie de sensul de rotaţie a discului.

Fălcile universalelor pot fi călite sau netratate termic.

La degroşare se folosesc fălci călite. Dacă pe suprafaţa exterioară a piesei fixate nu trebuie să se imprime urmele fălcilor, atunci se folosesc fălci din oţel moale, care se strunjesc după diametrul piesei ce urmează să fie fixată cu ajutorul lor. În felul acesta se obţine şi o centrare bună.

Aşezarea şi fixarea pieselor în universal şi în vîrful păpuşii mobile. Această metodă se aplică la prelucrarea pieselor lungi şi relativ subţiri, la care nu este suficientă numai fixarea în universal, deoarece forţa de apăsare a cuţitului şi greutatea piesei o pot încovoia, smulgînd-o din universal.

Fixarea în universal a pieselor nesimetrice turnate sau forjate brut nu este recomandată, deoarece centrarea lor este dificilă.

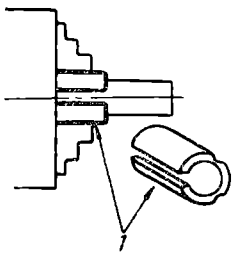


Fig. 171. Folosirea bucşei de strîngere: 1 — bucşa despicată.

Ovalitatea obţinută la strunjirea pieselor fixate în universale este destul de mare. În cazul universalelor noi, ea este de 0,04—0,06 mm, iar în cazul universalelor uzate, ea poate fi de 0,1—0,15 mm.

Ovalitatea poate fi eliminată prin folosirea unei bucşe de strîngere despicate (fig. 171). Bucşa se confecţionează de obicei din fontă. Interiorul ei se strunjeşte la un diametru ceva mai mic decît diametrul piesei de prelucrat. După strunjire, bucşa se despică şi în fantă se aşază un adaos de aramă; apoi, prin strunjire fină, se aduce la dimensiunea definitivă. Pentru împiedicarea deplasării longitudinale a bucşei, în gaura universalului se fixează un tampon (opritor). Este bine ca poziţia în care bucşa a fost strunjită să fie însemnată cu o zgîrietură, atît pe bucşă cît şi pe una dintre fălci. Rotirea bucşei se evită prin fixarea unui mic ştift de siguranţă.

Înşurubarea şi deşurubarea universalelor. Înainte de a înşuruba universalul pe axul păpuşii fixe, filetul şi suprafaţa frontală de contact ale acestuia se vor şterge bine. Aşchiile sau murdăria de pe filet sau de pe suprafaţa de contact împiedică aşezarea corectă a universalului, ceea ce duce la excentricitatea suprafeţelor prelucrate.

Universalul se înşurubează numai cu mîna, iar strungul va fi menţinut în repaos, deoarece altfel se pot produce accidente.

Pentru deşurubare este suficient de obicei dacă se introduce cheia în locaşul şurubului de strîngere şi se smuceşte brusc cheia. Adeseori universalul se înţepeneşte; în acest caz pe ghidajul patului se aşază o bucată de lemn la înălţimea fălcilor, apoi smucind cu mîna în jos ramura din spate a curelei de transmisie se reuşeşte ca, datorită loviturilor fălcii de bucata de lemn, universalul să se deşurubeze.

Atît în primul caz, cît şi în cel de-al doilea caz, trebuie cuplat angrenajul intermediar, deoarece altfel universalul nu poate fi deşurubat.

Alte metode de deşurubare, folosind lovituri puternice pe universal sau pe fălci nu sînt permise, deoarece universalul se defectează, iar fălcile capătă joc. Pentru a evita accidentele nu se admite înşurubarea sau deşurubarea universalelor în timpul rotirii axului principal.

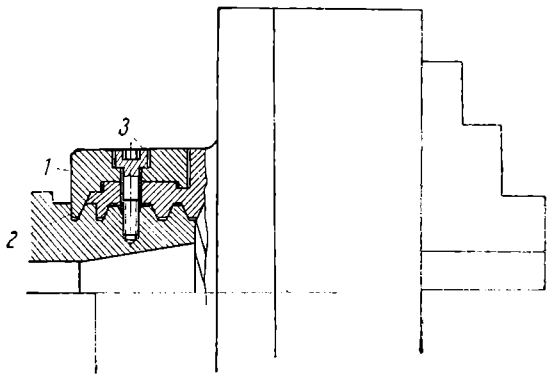


Fig. 172. Siguranţă pentru universal:
1 — siguranţă; *2* — canalul siguranţei; *3* — şurub de strîngere.

Universalul strungului S3, fabricat de uzinele „Iosif Rangheţ", este prevăzut cu o siguranţă (fig. 172), care împiedică deşurubarea în caz de slăbire.

Strunjirea plană. Potrivirea şi fixarea pieselor de prelucrat. La strunjirea plană, piesele se fixează, în general, la fel ca la strunjirea longitudinală. Piesele scurte se fixează în universal. Plăcile şi alte piese de formă necirculară se fixează în platoul simplu (fără fălci) sau în cel cu patru fălci.

Piesele lungi, cum sînt axele, se fixează de obicei între vîrfuri. Piesele lungi şi grele se fixează cu un capăt în platou sau universal şi cu celălalt capăt în vîrful păpuşii mobile.

Dacă suprafaţa care trebuie strunjită plan este o suprafaţă de bază a piesei, de exemplu la inele, flanşe, discuri, plăci etc., la prinderea piesei în universal trebuie să se verifice poziţia suprafeţei care trebuie strunjită, faţă de axul principal.

Dacă flanşa (fig. 173) căreia i se strunjeşte suprafaţa frontală este mai scurtă decît porţiunea fălcilor care strînge piesa, se recomandă ca între flanşă şi următoarea treaptă a fălcilor universalului

să se introducă un inel cu diametrul interior puţin mai mare decît al flanşei pentru a evita descentrarea flanşei sau smulgerea ei din universal.

La strunjirea plană a capetelor pieselor este bine să se înceapă aşchierea la centrul piesei continuînd spre exterior, cu excepţia discurilor plane de dimensiuni mari, a căror secţiune de aşchie este mică şi nu se poate întîmpla ca presiunea aşchiei să tragă cuţitul spre interior.

Cuţitul se prinde scurt în portcuţit şi se strînge bine ca să nu vibreze. Glisierele săniei transversale să fie bine

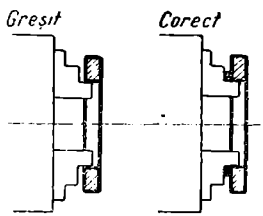


Fig. 173. Strunjirea plană cu adaos inelar.

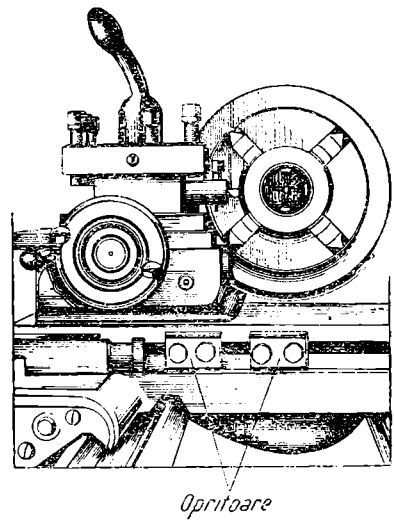


Fig. 174. Opritoare pe sania transversală.

strînse de ghidajul lor. Dimensiunile corpului cuţitului se vor determina în funcţie de secţiunea aşchiei.

Dacă la strunjirea plană se foloseşte avansul transversal automat, se recomandă folosirea unor opritoare de decuplare automată care se pot deplasa în ghidajul lateral al saniei transversale. De obicei se montează două opritoare (fig. 174).

Strunjirea pieselor de dimensiuni mici. Piesele de dimensiuni mici, cum sînt şuruburile, bucşele, la producţia în serie mare se confecţionează, de obicei, din bare pe strunguri-revolver. Se poate întîmpla însă ca seria să fie mică sau să nu existe în atelierul respectiv un strung revolver şi prelucrarea să se facă pe un strung universal. În astfel de cazuri, în gaura conică a axului principal se introduce o bucşă elastică de strîngere de formă corespunzătoare. Bucşa elastică de strîngere este o bucşă extensibilă care se strînge cu ajutorul unui manşon filetat. Bucşa extensibilă este trasă în

gaura conică a axului principal cu ajutorul manşonului, astfel încît ea strînge puternic piesa (fig. 175).

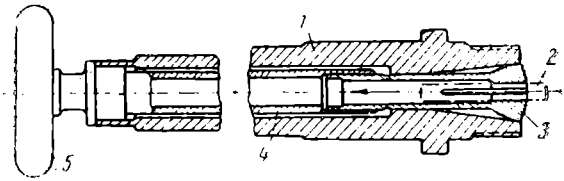


Fig. 175. Bucşă elastică de strîngere:
1 — ax principal; *2* — piesa; *3* — bucşă elastică de strîngere; *4* — manşon; *5* — roată de mînă.

În fig. 176 este arătată o garnitură de bucşe elastice de strîngere pentru strîngerea barelor cu diametrul de 2—35 mm.

La fabricarea şaibelor şi a inelelor în serii mici se foloseşte, de asemenea, un dispozitiv cu o bucşă elastică de strîngere. Partea exterioară a dispozitivului se înşurubează pe capătul filetat al axului principal, iar în partea sa interioară, conică, se află bucşa de

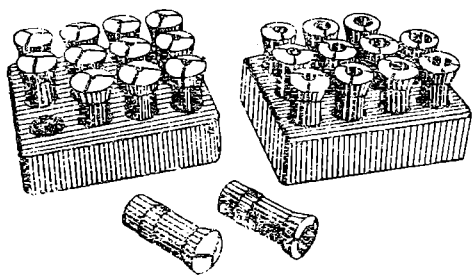


Fig. 176. Garnitură de bucşe elastice de strîngere pentru prelucrarea barelor de 2—35 mm diametru.

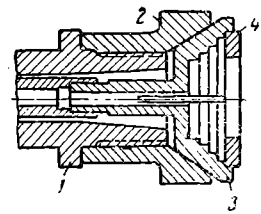


Fig. 177. Bucşă elastică de strîngere pentru strunjirea diametrelor interioare:
1 — axul principal; *2* — bucşa principală; *3* — bucşa de strîngere; *4* — piesa.

strîngere. Dacă se roteşte roata de mînă, bucşa se strînge şi fixează piesa. În felul acesta se poate strunji suprafaţa frontală a discului sau interiorul lui (fig. 177). La prelucrarea unei suprafeţe cilindrice exterioare, bucşa strînge piesa prin expansiune (fig. 178).

Bucşele elastice de strîngere cu trepte exterioare se folosesc pentru diametre între 20 şi 64 mm, iar cele cu trepte interioare pentru diametre între 35 şi 80 mm. În accesoriile standard ale

strungului intră și o garnitură de cîte cinci bucăți (fig. 179). În fig. 180 sînt arătate bucșele elastice de strîngere în poziția lor de lucru.

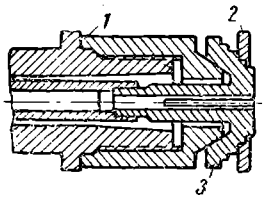


Fig. 178. Bucșă de strîngere pentru strunjirea diametrelor exterioare:
1 — bucșa principală; *2* — piesa; *3* — bucșa de strîngere.

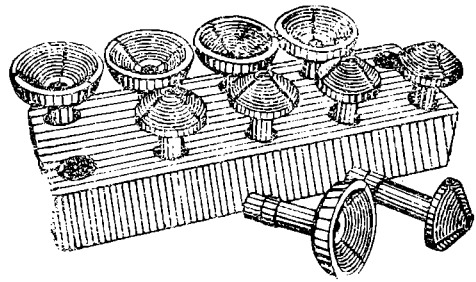


Fig. 179. Garnitură de bucșe elastice de strîngere la interior și la exterior.

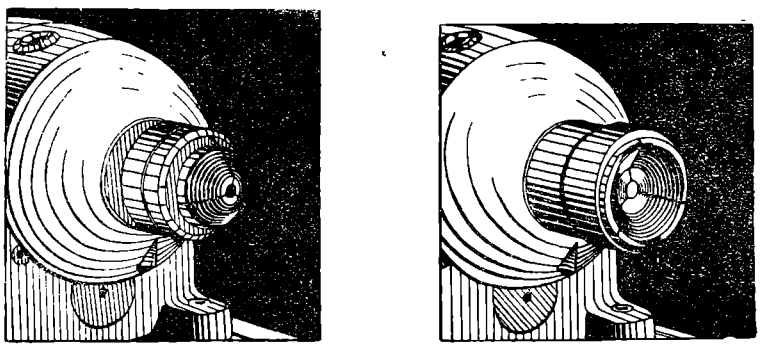


Fig. 180. Bucșă elastică de strîngere în poziție de lucru.

Strunjirea pieselor de formă neregulată. Piesele scurte și de formă neregulată se fixează pe un platou (fig. 181), care, în mod obișnuit, este prevăzut cu patru fălci; în funcție de configurația piesei, se folosesc toate cele patru fălci, două sau nici una.

În corpul platoului sînt prevăzute niște canale prin care se pot introduce șuruburi, care, cu ajutorul unor plăci de fixare, pot fixa piesele care nu se pot strînge cu ajutorul celor patru fălci. Piesele se pot fixa uneori numai cu două fălci și cu șuruburi și

plăci de fixare (fig. 182). Uneori trebuie prelucrate piese a căror formă nu permite fixarea lor nici în platoul cu patru fălci, nici pe platoul simplu fără fălci. În asemenea cazuri se foloseşte un colţar, care se fixează pe platou. Cu ajutorul colţarului se pot fixa piese cu o singură suprafaţă plană. În acest caz trebuie să se folosească o contragreutate pentru echilibrare, deoarece altfel strungul funcţionează neuniform şi partea prelucrată va fi ovală.

În locul colţarului se poate folosi şi un dispozitiv de fixare, cu sanie transversală dublă ca cel reprezentat pe fig. 183.

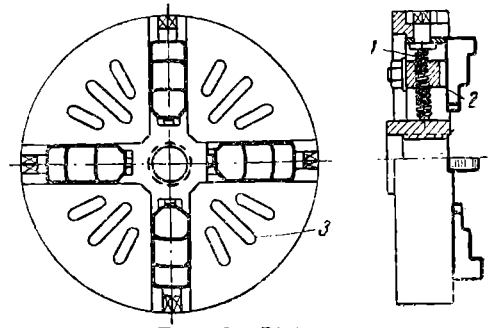


Fig. 181. Platou:
1 — şurub de reglare; 2 — falcă de strîngere; 3 — canal de fixare.

Platourile, prevăzute cu patru fălci, permit fixarea atît a pieselor de formă cilindrică, cît şi a celor de formă necilindrică. Fiecare falcă se poate deplasa independent de celelalte cu ajutorul unui şurub special. La fixarea piesei într-un platou cu patru fălci

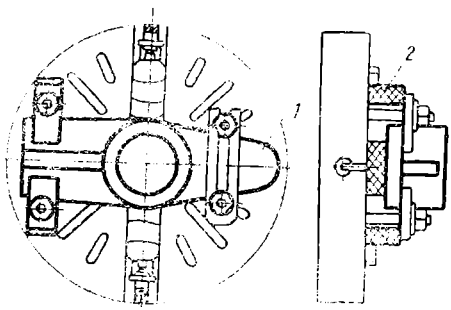


Fig. 182. Fixarea unei piese de formă neregulată cu plăci:
1 — piesa; 2 — placa de strîngere.

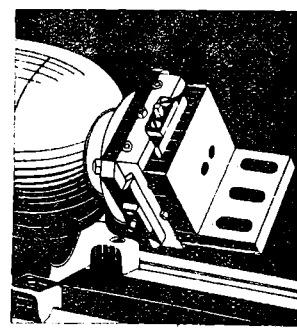


Fig. 183. Dispozitiv de fixare cu sanie.

poziţia ei trebuie verificată cu atenţie pentru ca să nu bată în timpul rotirii.

Verificarea poziţiei piesei fixate în platou se face în modul următor: se aşază piesa aproximativ în centrul platoului, se fixează

şi se porneşte strungul, apoi se apropie de piesă cu atenţie o bucată de cretă, în aşa fel ca mîna să fie sprijinită de cealaltă mînă. Urmele lăsate de cretă pe piesă arată care parte a piesei este mai depărtată de centrul platoului. Se opreşte strungul, se reglează poziţia piesei, îndepărtînd falca opusă părţii însemnate cu cretă şi apropiind-o pe cea unde piesa este însemnată. Dacă urmele lăsate de cretă se află între două fălci, de exemplu 2 şi 3, atunci se slăbesc fălcile 1 şi 4 şi se strîng fălcile 2 şi 3. Aceste centrări se repetă pînă ce urma lăsată de cretă cuprinde întreaga circumferinţă a piesei de prelucrat. După aceea, piesa se fixează definitiv, strîngînd uniform cu cheia cele patru fălci, una după alta.

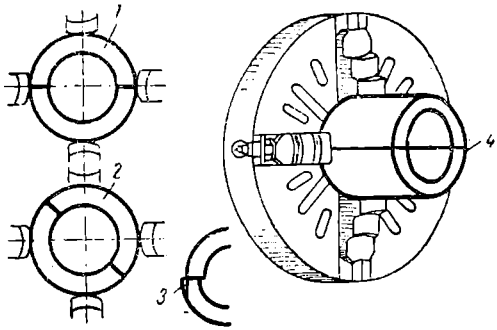


Fig. 184. Fixarea pieselor tăiate:
1 — aşezare corectă; *2* — aşezare greşită; *3* — deplasare neadmisă; *4* — piesă tălată.

Dacă este necesară o precizie mai mare la fixarea piesei în platou, atunci se foloseşte paralelul, iar dacă se fixează o piesă cu o suprafaţă finisată, atunci centrarea se face cu un paralel cu comparator.

După fixarea pieselor sau după scoaterea lor cheia trebuie scoasă! Dacă cheia se uită în locaşul ei, se pot întîmpla accidente grave!

În fig. 184 este arătat modul de fixare a unei bucşe din două jumătăţi într-un platou cu patru fălci.

Înşurubarea şi deşurubarea platourilor se face la fel ca a universalelor.

Strunjirea suprafeţelor profilate. În construcţia de maşini se folosesc foarte des piese ale căror suprafeţe nu sînt nici cilindrice, nici conice şi nici plane. Aceste suprafeţe se numesc suprafeţe profilate sau *curbilinii*. Dintre piesele cu suprafeţe profilate fac parte mînerele de diferite forme, roţile de mînă cu obezi profilate, vîrfurile sferice etc.

Suprafeţele profilate se strunjesc, atît cu cuţite de formă (cuţite de profil), cît şi cu cuţite normale sau speciale, folosind în acelaşi timp avansul longitudinal şi cel transversal manual, precum şi prin folosirea unui şablon de copiat.

Cuțite profilate. Se numesc cuțite profilate sau de formă cuțitele la care tăișurile au o formă corespunzătoare cu profilul de prelucrat.

Cuțitele profilate pot fi drepte sau rotunde (cuțite-disc).

Cuțitele profilate drepte (fig. 185) se folosesc rar, deoarece ascuțirea lor este dificilă și de multe ori prin ascuțire ele își pierd profilul inițial. Ele se folosesc numai pentru piesele cu profile simple.

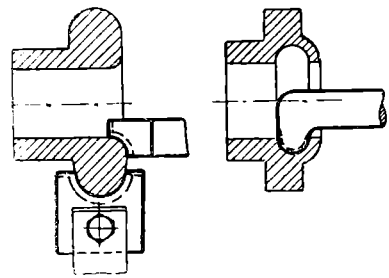


Fig. 185. Cuțite profilate.

Pentru ca cuțitele profilate să nu-și schimbe forma după reascuțire ele trebuie ascuțite numai pe fața de degajare. Dar datorită faptului că uzura se produce și pe fața de așezare, este necesar, ca în cazul cînd ascuțirea se face numai pe fața de degajare, să se înlăture mai mult material decît în cazul cînd ascuțirea se face pe ambele fețe.

În fig. 186 este reprezentat un cuțit profilat avînd forma unui disc, cu fața de degajare formată prin îndepărtarea unei porțiuni din disc. Cuțitul-disc reprezentat în fig. 186 nu ar avea

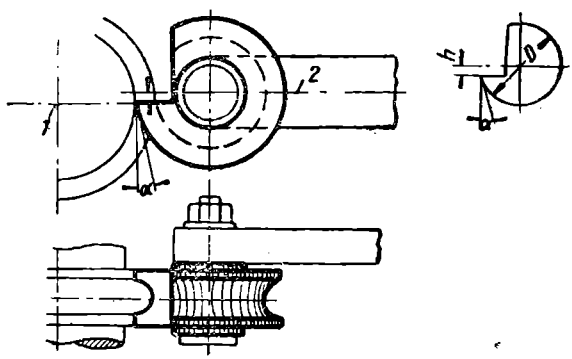


Fig. 186. Cuțit profilat-disc:
1 — axa piesei; *2* — axa discului;

unghiul de așezare α dacă fața lui de degajare ar fi ascuțită în direcția centrului. De aceea, pentru obținerea unghiului de așezare α planul de ascuțire al feței de degajare nu trece prin centrul cuțitului, ci mai jos de centru la o anumită distanță h.

Cînd cuţitul este montat pe strung, centrul lui trebuie să se afle mai sus decît centru piesei de prelucrat cu înălţimea h pentru a obţine unghiul de aşezare corespunzător regimului de aşchiere. Unghiul de aşezare mai depinde în afară de regimul de aşchiere şi de diametrul cuţitului D.

Valorile distanţei h care depind de regimul de aşchiere şi de diametrul cuţitului disc sînt date în tabela 30.

Tabela 30. **Valorile distanţei h a cuţitului profilat disc, mm**

Unghiul de aşezare α°	Diametrul cuţitului disc D					
	50	60	70	80	90	100
3	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6
5	2.2	2,6	3	3 5	3 9	4,4
8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7
12	5,2	6,2	7,3	8,3	9,4	10,5

La folosirea cuţitelor profilate piesa poate vibra. Aceste vibraţii pot fi evitate dacă se lucrează cu avans mic şi cu viteză de aşchiere mică. În acest caz avansul trebuie să fie de 0,01—0,08 mm/rot, iar viteza de aşchiere de 25—40 m/min.

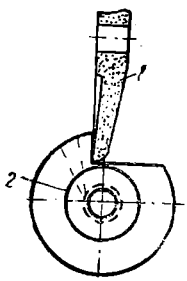


Fig. 187. Ascuţirea cuţitului profilat disc:
1 — piatra de ascuţit; 2 — cuţitul.

Cuţitul profilat disc se fixează în portcuţit cu ajutorul şuruburilor de strîngere. Uneori, cuţitul disc se fixează într-un portcuţit elastic cu gîtul îndoit.

Pentru ca cuţitul profilat disc să nu se rotească în timpul aşchierii, părţile lui laterale sînt prevăzute cu dinţi triunghiulari, care intră în golurile de aceeaşi formă din suportul cuţitului.

Ascuţirea cuţitului profilat disc trebuie să se execute în aşa fel, încît faţa sa de degajare să fie paralelă cu diametrul (fig. 187).

Strunjirea suprafeţelor profilate se poate executa şi cu avans manual, atît longitudinal cît şi transversal. În acest caz se procedează la fel ca la strunjirea obişnuită. La început se degroşează cu un cuţit de degroşare, apoi se finisează cu un cuţit de finisare.

Forma profilului se controlează cu ajutorul unui şablon, care trebuie aplicat astfel pe piesă, încît planul său să treacă prin axa piesei.

Metoda de prelucrare a suprafeţelor profilate cu cuţite normale şi avansuri manuale se foloseşte în cazul cînd numărul pieselor de prelucrat este mic, deoarece este puţin productivă şi necesită o înaltă calificare.

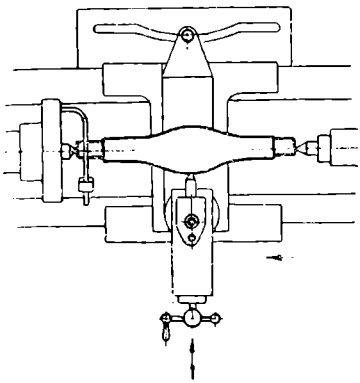


Fig. 188. Şablon de copiat.

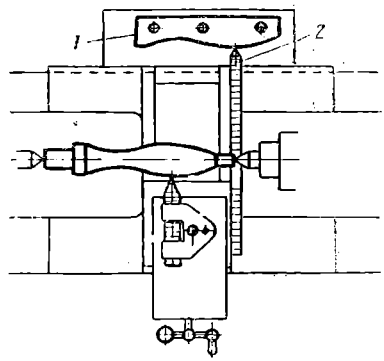


Fig. 189. Şablon de copiat cu deget de copiat.

Dacă numărul pieselor profilate de prelucrat este mare se pot folosi cu rezultate bune şabloanele de copiat, care se fixează pe partea din spate a strungului. Şablonul este prevăzut cu un canal corespunzător secţiunii piesei profilate, în canal se deplasează o rolă care se roteşte în jurul unui ax vertical, fixat de sania transversală. Din sania transversală se scoate şurubul de avans, asigurînd în felul acesta deplasarea liberă a acesteia. Sania va urmări, în deplasarea ei, profilul şablonului. Aşchierea se va face cu ajutorul saniei port-cuţit, iar în direcţie longitudinală sania se poate deplasa atît cu avans manual cît şi mecanic (fig. 188).

Uneori, suprafeţele profilate ale pieselor se strunjesc cu ajutorul unor şabloane unilaterale. În acest caz rola este apăsată pe şablon cu ajutorul unui arc sau al unei greutăţi atîrnate de un cablu în spatele patului. Greutatea se deplasează împreună cu sania în timpul strunjirii profilului şablonului. Copierea se poate realiza şi cu ajutorul unui „deget de copiat", care trebuie să atingă cu vîrful său şablonul (fig. 189).

În fig 190 este reprezentată schema strunjirii profilate după un model. Modelul, sub forma unei piese finite, este fixat în pinola păpuşii mobile. În suportul port-cuţit se fixează degetul de copiat impreună cu cuţitul normal de strunjit. Prelucrarea se face prin deplasarea longitudinală manuală a saniei. Degetul de copiat trebuie să fie în contact permanent cu modelul. Cuţitul şi degetul de copiat se aşază exact la înălţimea vîrfurilor. Ele trebuie să aibă aceeaşi formă deoarece în caz contrar, suprafaţa prelucrată va diferi de cea a modelului. La avansul transversal şi cel longitudinal se urmăreşte ca tot timpul să fie menţinut contactul între deget şi model.

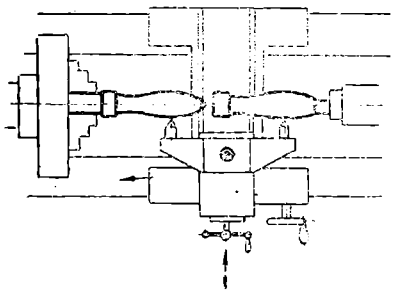


Fig. 190. Strunjirea unei suprafeţe profilate după model.

La prelucrarea pieselor profilate un loc deosebit îl ocupă strunjirea suprafeţelor sferice. Piesele cu diametru mic se prelucrează cu un cuţit profilat după metodele descrise mai înainte.

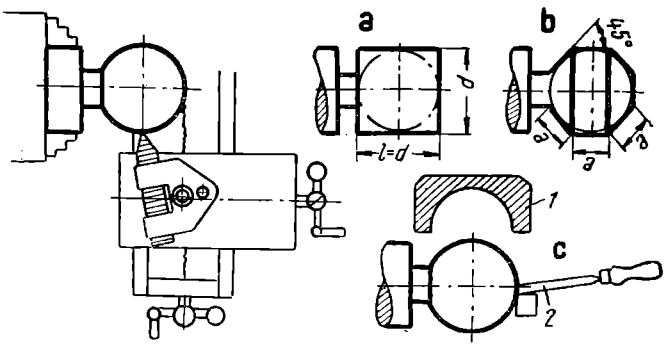


Fig. 191. Strunjirea manuală a unei suprafeţe sferice:
1 — şablon; 2 — cuţit cu mîner.

Deplasînd sania cu mîna se poate executa lucrarea în trei faze. În prima fază se crestează lungimea corespunzătoare diametrului (fig. 191, *a*), apoi marginile se teşesc la 45° (fig. 191, *b*) şi se rotunjesc marginile, folosind un cuţit profilat manual (fig 191, *c*).

Strunjirea sferică cu ajutorul unui dispozitiv se bazează pe principiul deplasării sculei cu un singur tăiş pe un arc de cerc corespunzător razei sferei. În fig. 192 este arătată metoda de strunjire a unei suprafeţe sferice convexe. Şablonul de copiat

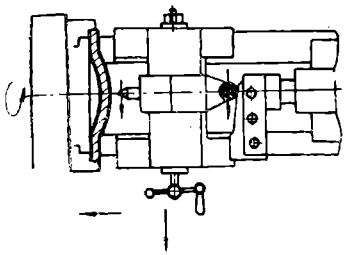


Fig. 192. Strunjirea unei suprafeţe sferice convexe.

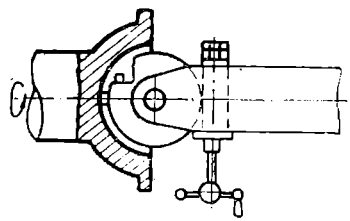


Fig. 193. Strunjirea unei suprafeţe sferice concave.

se introduce în gaura conică a pinolei păpuşii mobile, iar din sania portcuţit se demontează şurubul de avans. Strunjirea se realizează prin deplasarea saniei transversale.

La strunjirea unor suprafeţe sferice concave, cu rază mică, se utilizează un dispozitiv ca cel arătat în fig. 193, care se prinde în suportul portcuţit. Raza sferei poate fi modificată prin reglarea lungimii cuţitului. Avansul se obţine cu ajutorul saniei portcuţit.

La strunjirea suprafeţelor sferice, tăişul cuţitului trebuie aşezat neapărat la înălţimea vîrfurilor, pentru că altfel suprafaţa strunjită nu va fi o sferă perfectă.

Foarte multe tipuri de piese profilate se pot confecţiona cu dispozitivul hidraulic de copiat (fig. 194). Sania portcuţit este acţionată de un piston, de care se fixează degetul de copiat. Pistonul se află în interiorul unui cilindru în care se găseşte ulei sub presiune. Modelul sau şablonul corespunzător profilului piesei este fixat pe un suport.

Dispozitivul hidraulic de copiat se poate monta pe partea din spate a căruciorului sau paralel cu axa maşinii. Prelucrarea se face deplasînd căruciorul în sens longitudinal. După profilul piesei de strunjit se poate folosi portcuţitul obişnuit sau eventual portcuţitul din spate. În fig. 195 este arătată prelucrarea unui ax în trepte. Degroşarea se face cu un cuţit prins în portcuţitul din faţă. Dispozitivul de copiere este amplasat pe partea

din spate a strungului şi formează cu planul frontal al piesei un unghi de 35°.

În fig. 196 este arătată metoda de strunjire a unui bloc triplu de roţi dinţate. Dispozitivul de copiere este fixat pe mecanismul căruciorului din faţă, sub un unghi de 35°. Canelarea dintre roţi se execută cu un cuţit întors, prins în portcuţitul din spate.

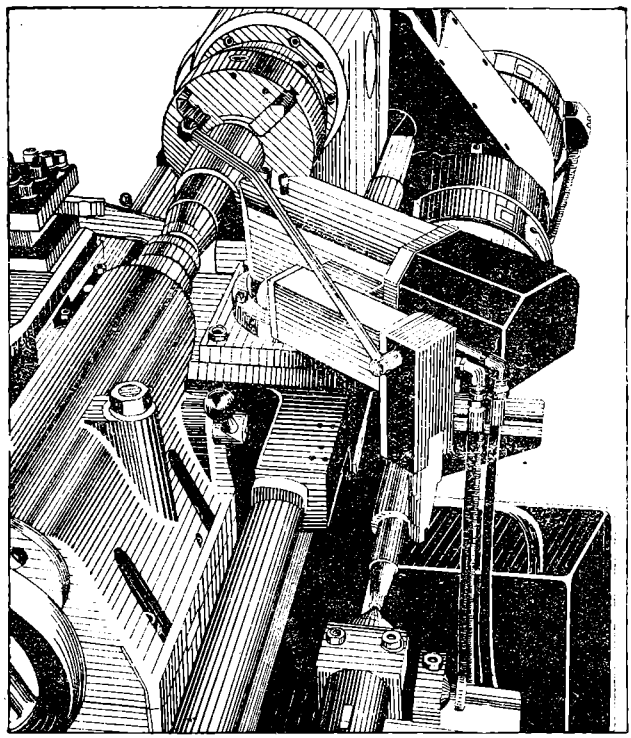


Fig. 194. Dispozitiv hidraulic de copiat.

În fig. 197 este arătată strunjirea unui lagăr cu flanşe. Dispozitivul de copiere este amplasat în partea din spate. Gaura şi suprafaţa frontală se strunjesc cu un cuţit prins în portcuţitul din faţă. Cu dispozitivul înclinat la 35° se poate strunji suprafaţa frontală.

În fig. 198 se arată modul de strunjire a unei suprafeţe de profilate. Dispozitivul de copiere este amplasat în axa longitudinală a strungului.

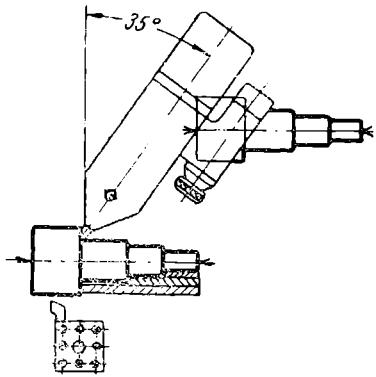


Fig. 195. Strunjirea unui ax cu trepte cu ajutorul unui dispozitiv hidraulic de copiat.

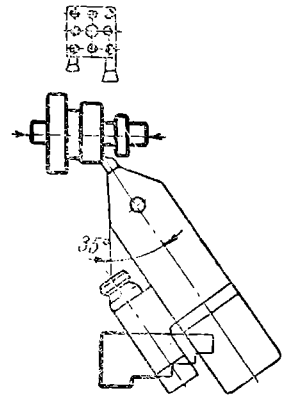


Fig. 196. Strunjirea unui bloc triplu de roți dințate cu un dispozitiv hidraulic de copiat.

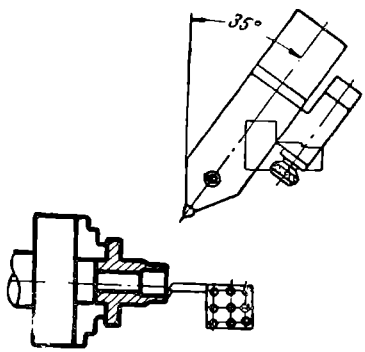


Fig. 197. Strunjirea unui lagăr cu flanșă cu un dispozitiv hidraulic de copiat.

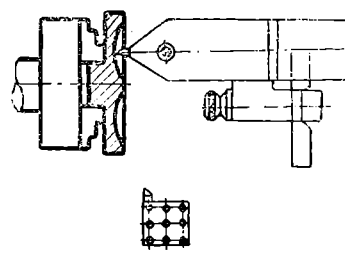


Fig. 198. Strunjirea unei suprafețe frontale profilate cu un dispozitiv hidraulic de copiat.

Degetul de urmărire are aceeaşi rază ca şi vîrful cuţitului, iar abaterile dintre dimensiunile modelului şi a pieselor confecţionate nu depăşesc 0,01 mm.

La strunjirea corpurilor de revoluţie profilate poate să apară următoarele defecte: deformarea secţiunii, dacă cuţitul nu este aşezat exact la centru, dacă cuţitul este ascuţit greşit, dacă din cauza apăsării se îndoaie cuţitul sau suprafaţa prelucrată este aspră în cazul cînd se lucrează cu avans manual.

Strunjirea profilelor ovale. În fond metoda este identică cu strunjirea prin copiere. În locul şablonului de copiat se montează pe cărucior în partea din spate a strungului un ax, pe care se fixează modelul cu ajutorul unei pene. Acest ax, împreună cu modelul, au aceeaşi turaţie ca şi axul principal. Din sania transversală se demontează şurubul conducător, iar cu ajutorul unei greutăţi sania se apropie de modelul de formă ovală (fig. 199). Axul modelului de copiat este acţionat printr-un angrenaj de la axul principal al strungului. Această metodă se poate utiliza şi la strunjirea discurilor cu came ale strungurilor revolvere automate.

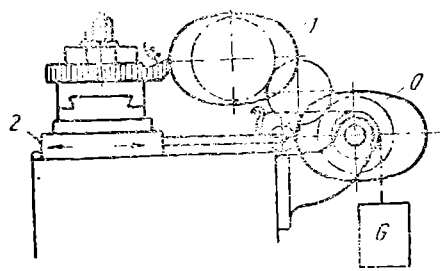


Fig. 199. Strunjirea pieselor ovale:
1 — piesaj; *2* — sania transversală; O — modelul; G — greutatea.

Strunjirea suprafeţelor conice. În construcţia de maşini se întrebuinţează pe o scară largă piese cu suprafeţe conice interioare şi exterioare. Vîrful strungului, de exemplu, are două suprafeţe conice exterioare, dintre care una serveşte la fixarea sa în gaura conică a axului principal sau a pinolei. O serie de scule, cum sînt burghiele, adîncitoarele, alezoarele etc., au cîte o suprafaţă conică exterioară pentru fixarea lor.

Conuri normale. Pentru o folosire mai comodă şi pentru reducerea preţului de cost al organelor de maşini, dimensiunile lor conice sînt *standardizate,* adică forma şi dimensiunile lor nu se iau oricum ci sînt strict determinate şi sînt aceleaşi pentru toate uzinele care execută piesa sau produsul respectiv (v. tabela 2).

Suprafeţele conice executate după dimensiunile standardizate se numesc *suprafeţe conice normale.* Datorită standardizării,

piesele de acelaşi fel pot fi înlocuite uşor şi repede. De exemplu, un vîrf con Morse 3 uzat poate fi înlocuit cu un altul nou fără nici un fel de transformare sau ajustare a suprafeţelor lui conice.

În construcţia de maşini-unelte şi în sculării cele mai răspîndite conuri normale pentru scule sînt conurile Morse şi conurile metrice.

Conurile Morse au 7 numere: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Conul cu dimensiunile cele mai mici este conul Morse nr. 0, iar cu dimensiunile cele mai mari conul Morse nr. 6.

În afară de conurile Morse, se folosesc şi conurile metrice cu conicităţile: 1 : 100, 1 : 50, 1 : 30, 1 : 20, 1 : 15, 1 : 10, 1 : 3. În acest caz, este suficient să se dea dimensiunea diametrului mare şi conicitatea pentru a putea efectua strunjirea conică (v. tab. 27—28).

Metode de strunjire a suprafeţelor conice. La strung, prelucrarea suprafeţelor conice se face cu ajutorul uneia din următoarele metode: 1) cu ajutorul unui cuţit lat; 2) prin rotirea saniei port-cuţit; 3) prin deplasarea transversală a corpului păpuşii mobile; 4) cu ajutorul riglei de copiat.

Strunjirea suprafeţelor conice cu un cuţit lat. La strunjirea suprafeţelor conice scurte cu conicitate mare, atît la strunjirea exterioară cît şi la cea interioară se poate folosi un cuţit cu partea aşchietoare mai mare decît lungimea suprafeţei conice. În fig. 200 este arătată strunjirea unei suprafeţe conice exterioare cu un cuţit cu tăişul mai lat decît lungimea suprafeţei conice.

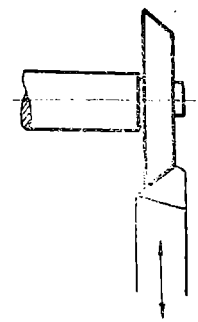


Fig. 200. Strunjirea unei suprafeţe conice cu un cuţit cu tăişul oblic.

Această metodă se poate folosi numai dacă nu se cere o precizie mare de prelucrare şi o suprafaţă de o calitate deosebită. Dacă însă suprafaţa conică este lungă cuţitul poate intra uşor în vibraţii, ceea ce impune strunjirea cu avans mic şi cu o viteză de aşchiere mică, iar cuţitul trebuie prins scurt în portcuţit.

Strunjirea suprafeţelor conice prin rotirea saniei portcuţit. Pentru obţinerea unei conicităţi precise suprafeţele conice scurte se strunjesc prin rotirea saniei portcuţit. Sania portcuţit se deplasează paralel cu generatoarea piesei conice şi trebuie rotită numai cu jumătatea unghiului conului de strunjit $\frac{\alpha}{2}$ (fig. 201).

Reglarea sau fixarea conicității respective se poate face cu ajutorul unui șablon prins între vîrfuri sau cu raportorul universal.

Unghiul de înclinare $\frac{\alpha}{2}$ se calculează prin metoda descrisă în capitolul I, pag. 14—17.

Exemplu: Diametrul mare al unui trunchi de con este D=70 mm, cel mic d=40 mm, iar lungimea de l=125 mm,

$$\text{tg}\,\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2l} = \frac{70-40}{2\times 125} = 0{,}12.$$

Din tabela funcțiunilor trigonometrice se găsește că unghiul corespunzător acestuia $\text{tg}\,\frac{\alpha}{2}$ =0,12 este de 6°50′. Dispozitivul pentru strunjire conică, pe care se deplasează sania portcuțit trebuie rotit față de diviziunea zero cu 6°50′. Dacă discul dispozitivului are și gradații, atunci fixarea conicității se poate face exact.

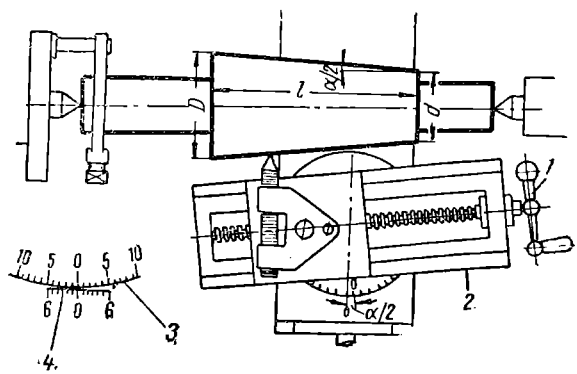


Fig. 201. Strunjirea unei suprafețe conice cu sania portcuțit înclinată:
1 — maneta pentru avans manual; *2* — sania portcuțit înclinată cu unghiul $\frac{\alpha}{2}$; *3* — scara gradelor; *4* — vernier.

Fixarea corectă a poziției saniei portcuțit se poate realiza prin mai multe metode. În locul cuțitului se fixează un comparator, iar între vîrfuri se montează un șablon cu conicitate la exterior sau se montează în universal un șablon cu conicitate la interior (fig. 202). Dacă sania potcuțit a fost rotită corect, acul comparatorului cu care se verifică conicitatea nu se deplasează (fig. 202, *b*).

Dacă trebuie să se strunjească o gaură conică corespunzătoare conului exterior, atunci sania portcuțit se înclină în sens

contrar diviziunii zero (0) cu acelaşi număr de grade (fig. 202, *a* şi *b*). În multe cazuri este suficient dacă se lucrează cu un cuţit cu capul întors (fig. 202, *c*). În cazul acesta sania portcuţit rămîne în poziţia avută la strunjirea conicităţii exterioare. La fel

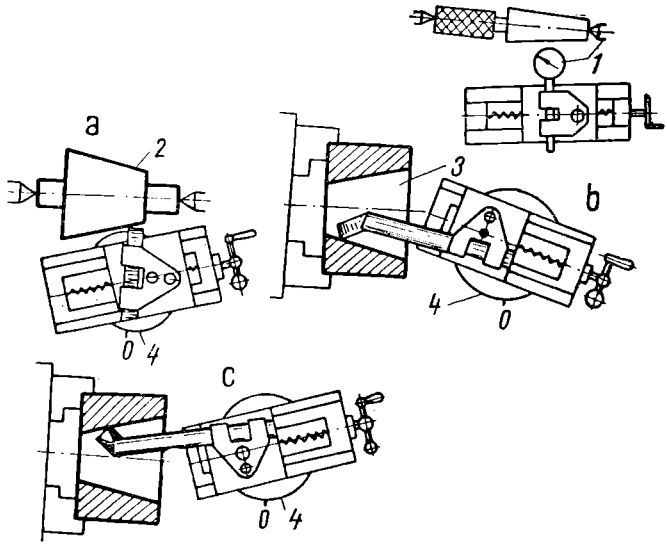


Fig. 202. Diferite moduri de aşezare a saniei portcuţit pentru strunjirea suprafeţelor conice:
1 — comparator; *2* — şablon cu conicitate exterioară; *3* — şablon cu conicitate interioară; *4* — disc gradat.

ca şi la celelalte strunjiri, la strunjirea unei conicităţi tăişul cuţitului trebuie aşezat exact la centrul piesei de strunjit (fig. 203).

Strunjirea suprafeţelor conice prin folosirea riglei de copiat. Strungurile sînt prevăzute, de obicei, cu un dispozitiv special numit *riglă de copiat,* care serveşte la prelucrarea suprafeţelor conice, cu conicitatea pînă la 10—12°, atît exterioare cît şi interioare. Schema prelucrării unui con folosind rigla de copiat este reprezentată în fig. 204.

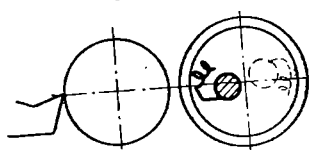


Fig. 203. Fixarea cuţitului la centru.

Construcţia riglei de copiat şi felul cum ea este fixată de patul strungului sînt arătate pe fig. 204.

În cazul folosirii riglei de copiat se demontează şurubul saniei transversale. Suprafeţele conice exterioare şi interioare pot

fi strunjite cu aceeaşi aşezare a riglei de copiat, dacă gaura conică se prelucrează cu cuţitul întors. Folosind rigla de copiat se poate lucra atît cu avans manual, cît şi cu cel mecanic.

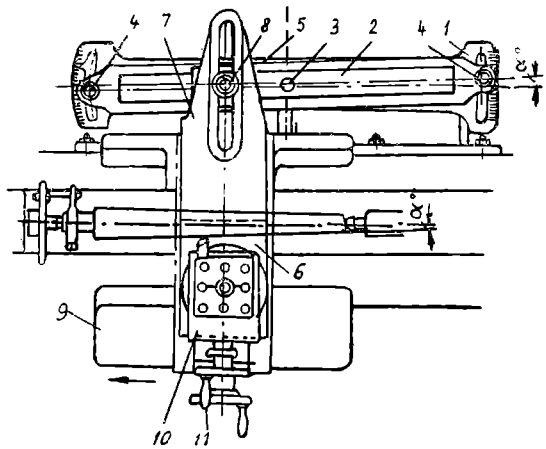


Fig. 201. Schema strunjirii unei suprafeţe conice cu ajutorul unei rigle de copiat:

1 — placă pe care se fixează rigla de copiat; *2* — riglă de copiat; *3* — ax în jurul căruia se roteşte rigla: *4* — şuruburi de fixare; *5* — cursor care alunecă în lungimea riglei; *6* — sania transversală; *7* — tijă pe care se deplasează cursorul *5; 8* — fixatorul cursorului; *9* — căruciorr; *10* — sania portcuţit; *11* — manivela saniei portcuţit.

Strunjirea suprafeţelor conice prin deplasarea transversală a păpuşii mobile. Metoda cea mai simplă pentru a obţine un unghi α între vîrfurile şi direcţia de avans a cuţitului constă în deplasarea orizontală a liniei vîrfurilor. Procedînd astfel, axa de rotaţie a piesei nu va mai fi paralelă cu direcţia de mişcare a cuţitului, iar suprafaţa piesei va fi conică.

Metoda aceasta nu este absolut precisă şi eroarea este cu atît mai mare, cu cît conicitatea este mai mare. Din această cauză, prin deplasarea păpuşii mobile, trebuie prelucrate numai conurile exterioare cu conicitate mică, şi anume numai trunchiurile de con, folosind avansul mecanic. Un arbore conic lung cu o conicitate sub 1/50 se poate strunji prin deplasarea transversală a păpuşii mobile.

Avantajul metodei constă în aceea că se poate folosi avansul mecanic. La aceasta trebuie făcută distincţie între următoarele

două cazuri: 1) lungimea porțiunii conice este egală cu lungimea întregii piese (fig. 205); și 2) porțiunea conică este mai mică decît lungimea totală a piesei (fig. 206). În primul caz, valoarea

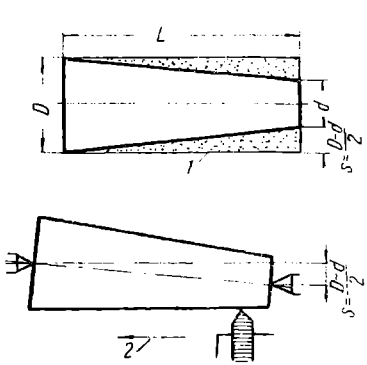


Fig. 205. Strunjirea unei suprafețe conice prin deplasarea transversală a păpușii mobile (lungimea conului este egală cu lungimea piesei):
1 — materialul de așchiat;
2 — avans.

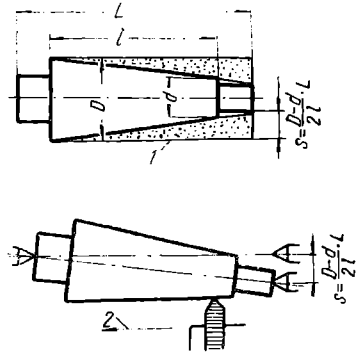


Fig. 206. Strunjirea unei suprafețe conice prin deplasarea transversală a corpului păpușii mobile (lungimea conului este mai mică decît lungimea piesei):
1 — materialul de așchiat;
2 — avans.

deplasării corpului păpușii mobile se determină cu ajutorul formulei[1])

$$S = \frac{D-d}{2},$$

în care: S este valoarea deplasării corpului păpușii mobile față de axa axului principal, în mm;
D — diametrul mare al piesei conice, în mm;
d — diametrul mic al piesei conice, în mm.

În al doilea caz,

$$S = \frac{D-d}{2}\,\frac{L}{l},$$

în care: L este lungimea întregii piese, în mm;
l — lungimea porțiunii conice, în mm.

Măsurarea suprafețelor conice strunjite. Suprafețele conice strunjite trebuie măsurate cu atenție, deoarece chiar și abaterile

[1]) Această formulă este aproximativă, dar este suficient de precisă pentru conicitățile mici.

mici pot provoca greşeli de multe ori ireparabile. Suprafaţa conică obţinută va fi greşită dacă deplasarea păpuşii mobile nu este exactă, sau dacă lungimea pieselor din serie nu este identică. Vîrful păpuşii mobile se poate gripa în locaşul găurii de centrare, ceea ce se poate evita dacă se foloseşte un vîrf rotativ. Acest lucru este foarte important cînd se lucrează cu păpuşa mobilă deplasată transversal.

La prelucrarea suprafeţelor conice sînt posibile următoarele cazuri de rebut: 1) conicitate greşită; 2) abateri de la conicitate; 3) abateri la diametre, conicitatea fiind bună; 4) obţinerea unei suprafeţe conice cu generatoare curbă.

Conicitatea greşită se obţine în special datorită deplasării greşite a corpului păpuşii mobile, rotirii neprecise a saniei portcuţit sau poziţiei greşite a riglei de copiat.

Deci, dacă se verifică poziţia păpuşii mobile, a dispozitivului pentru strunjirea conică sau a riglei de copiat înainte de începerea lucrului, se poate evita rebutul. Aceste rebuturi pot fi remediate numai în cazul cînd dimensiunile pieselor cu conicitate exterioară sînt mai mari decît cele finite şi dacă ele sînt mai mici la cele cu conicitate interioară.

Dimensiuni greşite ale piesei, adică diametre greşite şi conicitate bună, se obţin în cazul cînd s-a strunjit prea mult sau prea puţin material din piesă. Rebutul poate fi remediat numai în cazul cînd diametrele pieselor cu conicitate exterioară au rămas mai mari decît este necesar, sau cînd diametrele cu conicitate interioară au rămas mai mici decît este prescris.

Se poate întîmpla ca piesa care a avut o conicitate bună şi diametrul exact la un capăt să aibă totuşi la celălalt capăt un diametru greşit. Singura cauză a acestui rebut este nerespectarea lungimii porţiunii conice a piesei. Rebutul poate fi îndreptat numai în cazul cînd piesa este mai lungă.

Pentru evitarea acestui rebut este necesar ca înainte de prelungirea porţiunii conice să se verifice cu atenţie lungimea acestei porţiuni.

Suprafeţele conice pot avea generatoarele curbilinii în cazul cînd cuţitul este fixat mai sus sau mai jos de centru. Deci, şi acest rebut se datoreşte neatenţiei şi nerespectării fixării cuţitului la centru.

Detalonarea. Detalonarea formează un caz special a strunjirii suprafeţelor profilate. Aplicarea detalonării la freze s-a început în jurul anului 1873 şi aceasta a însemnat începutul fabricaţiei moderne a roţilor dinţate. Dacă tăişul unei freze obişnuite se toceşte şi trebuie ascuţit, se schimbă atît forma cît şi dimen-

siunea profilului. Profilul inițial nu mai poate fi restabilit decît printr-o prelucrare migăloasă și costisitoare.

Acest dezavantaj se elimină prin detalonare, cu ajutorul căreia partea din spate a dintelui frezei se execută curb (fig. 207). Dacă partea frontală a dintelui este ascuțită radial, dimensiunile și secțiunea profilului frezei nu se modifică (fig. 208).

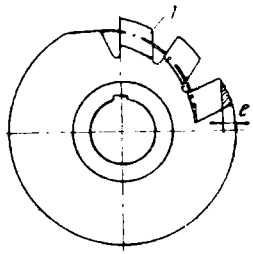


Fig. 207. Detalonarea unei freze:
1 — curba de detalonare; e — mărimea detalonării.

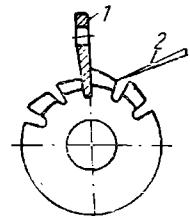


Fig. 208 Ascuțirea unei freze detalonate:
1 — piatra de polizor; 2 — fixator.

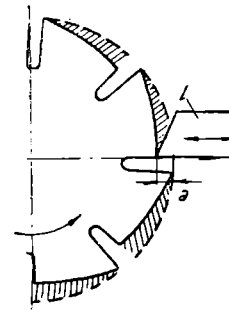


Fig. 209. Deplasările cuțitului la detalonare:
1 — cuțit de strung; e — mărimea detalonării.

Suprafața detalonată se obține dacă la strunjire cuțitul este mișcat în direcția axei piesei. Această mișcare se repetă la fiecare dinte (fig. 209).

Cuțitul se deplasează de la tăișul dintelui de freză spre interior, și cînd ajunge la scobitură, capătă brusc o mișcare de sens contrar repetînd mișcarea la tăișul dintelui următor. Această mișcare alternantă se repetă de atîtea ori în timpul unei rotații a frezei cîți dinți are freza.

Unghiurile unei freze detalonate sînt arătate în fig. 210.

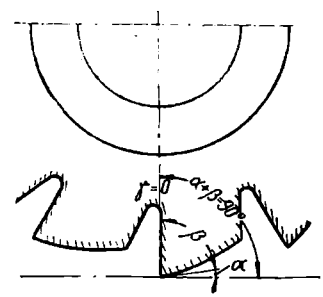


Fig. 210. Unghiurile unei freze detalonate.

Detalonarea se face pe un strung special numit *strung de detalonare.* Mișcarea alternativă a saniei portcuțit se realizează cu ajutorul unei came care se rotește în jurul unui ax vertical și deplasează un cep fixat în corpul saniei. Revenirea cuțitului în poziția inițială este realizată cu ajutorul unor arcuri puternice (fig. 211).

Strunjirea pieselor excentrice. Dacă o parte cilindrică a unei piese oarecare are o axă paralelă cu axa principală a piesei,

însă la o distanţă oarecare de aceasta, se spune că suprafaţa acestei părţi este *excentrică*.

În fig. 212 este reprezentată o piesă cu o parte excentrică cu o distanţă *e* între cele două axe paralele.

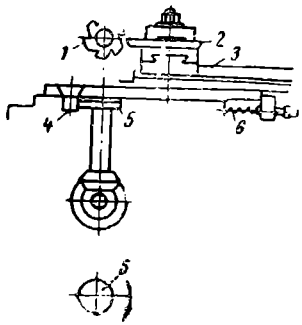


Fig. 211. Deplasarea saniei transversale la detalonare cu ajutorul unei came:

1 — freza prelucrată; *2* — cuţit de detalonare; *3* — sania transversală; *4* — bolţul care este împins de camă; *5* — camă; *6* — resort.

La prelucrarea arborelui din fig. 212, la început se strunjesc suprafeţele frontale ale capetelor, se trasează centrele, apoi se execută găurile de centrare şi se strunjeşte piesa la diametrul mare. După aceasta se trasează pe capetele arborelui excentricitatea *e*. Dacă distanţa între cele două centre este destul de mare şi este loc pentru ambele găuri de centrare, atunci se face cu vîrful cuţitului un cerc pe suprafaţa frontală. În caz contrar se îndepărtează prin strunjire frontală gaura de centrare şi cu un compas cu vîrful ascuţit se trasează un cerc de rază egală cu excentricitatea.

Locul celei de-a doua găuri de centrare se poate însemna şi cu acul de trasat. Piesa se aşază pe o prismă şi deplasînd acul, se trag două linii paralele şi la aceeaşi înălţime la ambele capete ale piesei pe suprafaţa frontală (fig. 213). Punc-

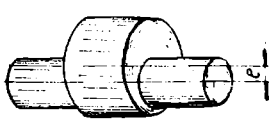


Fig. 212. Strunjirea unui ax cu excentric.

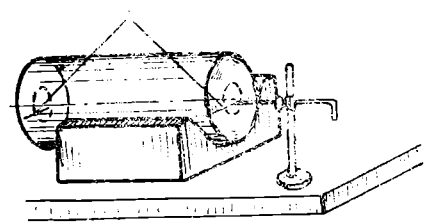


Fig. 213. Trasarea excentricităţii cu acul de trasaj:

1 — linia trasată.

tul de intersecţie al liniei şi al cercului se poansonează şi se execută gaura nouă de centrare, apoi piesa va fi strunjită excentric între vîrfuri.

Discurile cu gaură excentrică se fixează de obicei în universal. La piesa arătată în fig. 214 se prelucrează întîi suprafaţa frontală şi diametrul mare, apoi se retează la dimensiunea

dată, iar după aceea se prinde într-un universal cu trei fălci, punînd un adaos sub una dintre fălci (fig. 215).

Grosimea adaosului t se calculează din raportul dintre diametrul mare D şi excentricitatea e.

Raportul este

$$A = \frac{e}{D},$$

iar grosimea adaosului

$$t = K \cdot D.$$

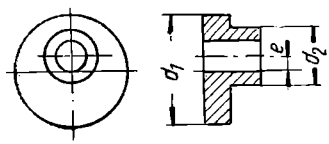


Fig. 214. Piesă cu gaură excentrică.

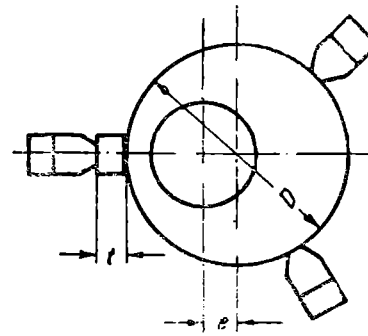


Fig. 215. Fixarea unei piese cu gaură excentrică.

Valoarea coeficientului K în funcţie de raportul A se ia din tabela 31.

Tabela 31. **Valoarea coeficientului k pentru calculul grosimii t a adaosului**

A	K	A	K	A	K	A	K
0,005	0,008	0,055	0,084	0,105	0,149	0,155	0,215
0,010	0,015	0,060	0,090	0,110	0,156	0,160	0,221
0,015	0,023	0,065	0,095	0,115	0,163	0,165	0,227
0,020	0,030	0,070	0,102	0,120	0,169	0,170	0,234
0,025	0,038	0,075	0,109	0,125	0,176	0,175	0,241
0,030	0,045	0,080	0,116	0,130	0,182	0,180	0,248
0,035	0,053	0,085	0,122	0,135	0,189	0,185	0,254
0,040	0,060	0,090	0,129	0,140	0,195	0,190	0,260
0,045	0,066	0,095	0,136	0,145	0,202	0,195	0,269
0,050	0,073	0,100	0,143	0,150	0,208	0,200	0,276

Exemplu: Diametrul mare D=75 mm, excentricitatea e=1,5 mm. Valoarea raportului A va fi deci

$$A = \frac{e}{D} = \frac{1{,}5}{75} = 0{,}02.$$

Din tabelă rezultă că pentru valoarea lui A=0,02, K=0,030, iar grosimea t a adaosului în acest caz va fi

$$t=K \cdot D=0{,}030\times 75=2{,}25 \text{ mm}.$$

Grosimea adaosului se poate calcula și fără tabelă cu ajutorul

$$t = 1{,}5e\left(1+\frac{e}{2D}\right)[\text{mm}].$$

Exemplu: Excentricitatea unei piese este e=12 mm, diametrul mare D=165 mm. Ce grosime t va avea adaosul?

$$t = 1{,}5e\left(1+\frac{e}{2D}\right)= 1{,}5\times 12\left(1+\frac{12}{2\times 165}\right)=18(1+0{,}0363)=18{,}65 \text{ mm}.$$

La prelucrarea pieselor cilindrice mari excentrice, piesa se prinde pe platou. Una dintre fălci se deplasează cu valoarea excentricității. Centrarea corectă se face cu comparatorul.

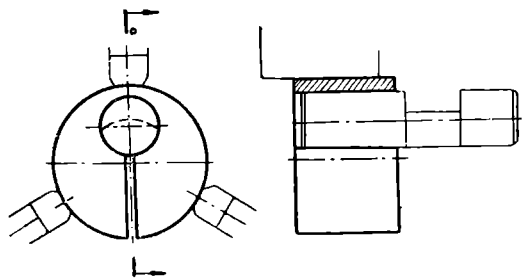


Fig. 216. Prelucrarea unui ax excentric fixat într-o bucșă excentrică, despicat.

Pentru prelucrarea pieselor la care axa excentrică cade în afara suprafeței frontale (fig. 216), se folosește o bucșă despicată excentrică, executată special în acest scop, care se fixează în universal sau pe platou.

VIII.

STRUNJIREA INTERIOARĂ

Prelucrarea pieselor găurite. Găurile se prelucrează cu diferite scule aşchietoare în funcţie de tipul piesei, de precizia necesară şi de calitatea suprafeţei (rugozitate).

Piesele pot fi cu găuri executate din turnare, forjare sau matriţare sau fără găuri executate în prealabil. Prelucrarea la interior a pieselor pline se începe totdeauna prin găurire cu burghiul. La găurirea pe strung, piesa fixată în universal sau alte dispozitive de fixare, execută mişcarea principală de aşchiere, iar burghiul, fixat în pinola păpuşii mobile, execută mişcarea secundară de avans.

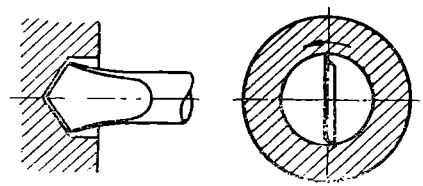


Fig. 217. Burghiul lat.

Găurile se execută cu burghie late şi burghie elicoidale, numite şi burghie spirale.

Burghiul lat reprezentat în fig. 217 are un cap lat şi un corp de secţiune circulară. Corpul burghielor late poate fi şi de secţiune pătrată sau dreptunghiulară. Cele două tăişuri ale sale formează între ele de obicei un unghi de 120°. Acest unghi variază între 90 şi 130° (fig. 218) şi anume el este cu atît mai mare, cu cît materialul de prelucrat este mai dur. De exemplu pentru găurirea fontei şi a oţelului turnat unghiul

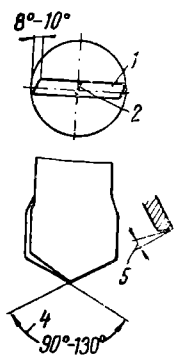


Fig. 218. Forma geometrică a burghiului lat:

1 — muchie aşchietoare principală; 2 — muchie aşchietoare transversală; 3 — tăiş; 4 — unghi de vîrf; 5 — unghi de aşezare 8—10°.

de vîrf al burghiului lat este de 130°. Unghiul de aşezare al tăişurilor se ia de 8—10°

Burghiele late au o productivitate mică, iar în timpul găuririi deviază mult faţă de axa găurii. Totuşi, ele sînt folosite uneori, datorită construcţiei simple şi costului redus. Burghiul lat se fixează, de obicei, ca şi cuţitul, în portcuţit.

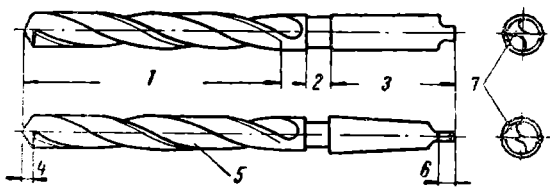


Fig. 219. Burghie spirale:
1 — partea utilă; *2* — gîtul; *3* — coada; *4* — vîrful burghiului; *5* — canale elicoidale; *6* — antrenorul; *7* — nervuri spirale.

Burghiul spiral nu deviază faţă de axa piesei ca burghiul lat şi asigură o ghidare bună în gaură. În fig. 219 sînt reprezentate un burghiu spiral cu coada cilindrică şi unul cu coada conică.

Burghiul spiral se utilizează la operaţiile de găurire, după care urmează, după nevoie, alezarea, filetarea sau lărgirea, fie cu alt burghiu, fie cu cuţitul.

Burghiul se compune din două părţi: partea utilă şi coada. Partea utilă are forma unui cilindru cu două canale elicoidale care servesc la formarea muchiilor tăietoare şi la ieşirea aşchiilor, cum şi la conducerea lichidului de răcire.

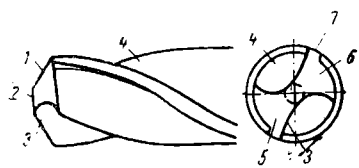


Fig. 220. Tăişurile burghiului spiral:
1 — tăiş principal; *2* — tăiş transversal; *3*, *4* — canale; *5*, *6* — feţe de aşezare; *7* — faţetă.

Pentru fixarea burghiului serveşte *coada* de formă cilindrică sau conică. Între coadă şi partea utilă se află *gîtul* burghiului care are un diametru mai mic decît diametrul cozii sau al părţii utile.

Partea tăietoare a burghiului este formată, prin ascuţire, prin două suprafeţe conice şi are două muchii tăietoare, unite printr-o muchie transversală. Faţetele spirale înguste (fig. 220) au scopul să micşoreze frecarea burghiului de neregularităţile peretelui găurii şi să asigure o ghidare bună a burghiului în gaură.

Unghiurile burghiului sînt: *unghiul de aşezare* α (fig. 221) care se obţine la detalonarea muchiei tăietoare, *unghiul de vîrf* 2φ (care este unghiul format între muchiile tăietoare) şi unghiul ψ dintre muchia tăietoare şi *muchia transversală*.

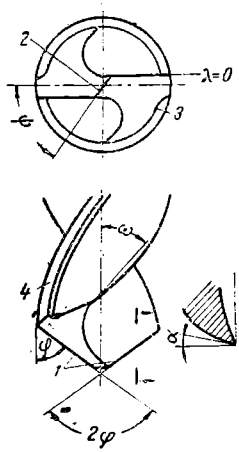


Fig. 221. Unghiurile burghiului spiral: α — unghi de aşezare; 2φ — unghi de vîrf; ω — unghi de înclinare; Ψ — unghiul tăişului transversal; *1* — tăiş principal; *2* — tăiş transversal; *3* — partea detalonată; *4* — faţeta.

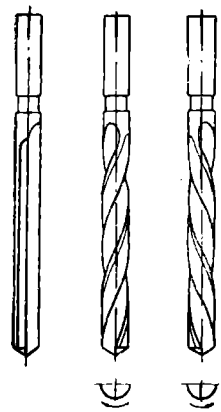


Fig. 222. Profile de canale la burghiele spirale.

Canalele pot fi paralele cu axa burghiului (fig. 222), sau elicoidale, înclinate spre stînga sau spre dreapta. *Unghiul de înclinare al elicei* este ω.

Valorile unghiului de înclinare a canalelor şi a unghiului de vîrf depind de materialul prelucrat. Pentru oţel şi fontă unghiul de vîrf 2φ este de 116°. Pentru metalele neferoase şi pentru alte materiale valorile unghiurilor ω şi 2φ sînt date în tabela 32.

Burghiele cu coadă cilindrică se fixează în mandrine, iar cele cu coada conică direct în pinola păpuşii mobile. Dacă conul burghiului este mic, atunci se folosesc reducţii Morse pînă la numărul Morse al pinolei. Burghiele spirale de stînga se utilizează la strunguri automate şi revolvere.

Ascuţirea burghielor spirale se face pe maşini speciale de ascuţit. Totuşi, strungarul are adesea nevoie să ascută cu mîna burghiul la polizorul obişnuit.

La ascuţirea burghielor trebuie respectate următoarele reguli:

1. Muchiile aşchietoare ale burghiului trebuie să facă unghiuri egale şi de mărimea necesară cu axa burghiului şi să aibă aceeaşi lungime.

Tabela 32. **Valorile unghiurilor ω şi 2 φ pentru diferite materiale**

Materialul de prelucrat	ω°	2φ°	Materialul de prelucrat	ω°	φ°
Alamă, bronz moale	8—12	130	Ebonită, celuloid, bachelită . . .	8—12	85—90
Aluminiu, duraluminiu, silumin .	35—45	140	Electron . . .	15	116
Cupru . . .	35—45	125	Marmură, gresie, cărbune	10—15	80

2. Muchia transversală trebuie să facă un unghi de 55° cu muchiile aşchietoare ale burghiului.

Burghiele cu diametrul sub 12 mm au unghiul dintre muchiile aşchietoare şi muchia transversală de 47—50°, iar cele cu diametre mai mari, 52—55°.

Este important ca unghiul dintre cele două muchii aşchietoare şi axa burghiului să fie acelaşi, deoarece altfel burghiul lucrează inegal, iar gaura va fi mai mare.

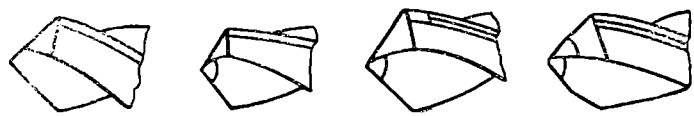
Unghiul de aşezare depinde de diametrul burghiului. La o ascuţire corectă valoarea unghiului de aşezare α este:

D, mm	1—15	15—40	40—50
α°	14—11	12—10	11 —8

Burghiul spiral se ascute în funcţie de materialul de prelucrat. Forma muchiilor este arătată în fig. 223.

Muchiile aşchietoare trebuie să fie concentrice şi situate la aceeaşi înălţime. Se recomandă folosirea pe cît posibil ca burghiele să se ascută pe maşinile speciale de ascuţit.

Găurirea. La găurire trebuie să se ţină seamă de următoarele: Piesa trebuie fixată strîns în universal, platou sau dispozitive de fixare, potrivit formei sale. Printr-o centrare îngrijită se preîntîmpină devierea burghiului. Dacă s-a executat mai



a *b* *c* *d*

Fig. 223. Vîrfurile burghielor spirale:

a — burghiu spiral de uz general cu diametrul pînă la 12 mm; *b* — burghiu spiral cu tăiş transversal scurtat pentru un oţel turnat cu rezistenţa de rupere de peste 50 kgf/mm²; *c* — burghiu spiral cu faţeta îngustă pentru oţel turnat cu o rzistenţă de rupere de peste 50 kgf/mm²; *d* — vîrf cu două părţi a burghiului spiral cu tăiş transversal scurtat pentru fonte şi oţeluri turnate, avînd o rezistenţă de rupere de peste 50 kgf/mm².

înainte o gaură de centrare, atunci nu mai este nevoie de o altă centrare.

De multe ori este suficient numai să se puncteze centrul piesei ca să se execute cu uşurinţă începutul găurii. La lucrările de precizie se trasează un cerc de control şi apoi se execută o gaură conică mică. După executarea acestei găuri mici se scoate burghiul şi se verifică dacă cercul de control şi gaura conică sînt concentrice sau nu. Dacă gaura începută bate, atunci se strunjeşte cu un cuţit gaura începută.

La găurirea pieselor lungi şi precise se dă la început o gaură mai scurtă cu un burghiu de diametru mai mic şi numai după aceea se trece la găurirea piesei la dimensiunea necesară. Dacă este necesară o gaură cu un diametru mai mare de 25 mm, se găureşte piesa cu un burghiu spiral de 25 mm şi apoi se lărgeşte cu un burghiu cu diametrul respectiv.

La executarea găurilor lungi burghiul trebuie prelungit. Lungimea canalelor în corpul burghiului trebuie să fie ceva mai mare decît lungimea găurii de executat, deoarece astfel aşchiile nu vor putea ieşi din canal. La executarea acestor găuri burghiul se scoate din cînd în cînd din gaură şi i se curăţă canalele.

Condiţiile unei găuriri economice constau în alegerea corectă a vitezei de aşchiere, a avansului şi a lichidului de răcire.

Găurile înfundate se vor executa mai adînci decît dimensiunea indicată în desen cu lungimea vîrfului burghiului.

În timpul găuririi, piesa trebuie să fie bine fixată în universal. O piesă slab fixată va vibra sau se va deplasa în timpul găuririi şi acest lucru poate duce la ruperea burghiului.

Înainte de a apropia burghiul de piesa de prelucrat, trebuie să se pornească strungul. Burghiul trebuie apropiat încet, fără lovituri care pot duce la tocirea şi chiar la ştirbirea muchiilor aşchietoare ale burghiului.

Uneori, în timpul găuririi se întîmplă să se audă un scîrţîit metalic caracteristic. Acest lucru indică de obicei devierea găurii sau tocirea burghiului. În asemenea cazuri trebuie oprit strungul şi determinată cauza scîrţîitului. Pentru evitarea devierii găurii trebuie folosite burghie cît se poate de scurte.

Burghiul trebuie scos din gaură, înainte de a opri strungul. Dacă se opreşte strungul cu burghiul în gaură se poate întîmpla ca acesta să se înţepenească sau să se rupă.

Înainte de străpungerea unei piese prin găurire este necesar să se micşoreze avansul pentru că în caz contrar există riscul ruperii burghiului.

Găurile vor fi totdeauna mai mari decît dimensiunea nominală a burghiului. Lărgirea găurii depinde de materialul de prelucrat şi de starea maşinii-unelte. Valorile cu care diametrul găurii este mai mare decît al burghiului, în funcţie de starea maşinii-unelte şi a materialului, sînt date în tabela 33.

Tabela 33. **Mărimea diametrului găurii la găurirea cu burghiul spiral, mm**

Diametrul burghiului spiral	Strunguri în stare bună		Strunguri cu lagăre uzate		
	Fontă moale Oţel moale	Fontă dură Oţel dur	Fontă moale Oţel moale	Fontă dură Oţel dur	Metale uşoare moi
5	—	—	—	—	0,5
10	0.18	0,12	0,28	—	0 78
15	0 22	0,16	0 32	0 32	0.9
20	0 24	0,18	0 44	0 38	1 0
25	0,28	0 20	0.52	0 44	1,08
30	0,30	0,22	0 6	0 52	1,1
35	0 32	0 24	0,7	0 58	—
40	0 36	0 26	0 78	0 64	—
45	0 38	0 28	0 90	0,70	—
50	0 40	0 30	0 98	0,78	—

La executarea unei găuri de precizie se strunjeşte întîi suprafaţa frontală a piesei şi apoi se strunjeşte o gaură de centrare cu un cuţit de formă potrivită (fig. 224). Pentru a preîntîmpina

devierea burghiului este bine dacă acesta este susţinut cu o placă de oţel lat, fixată în portcuţit (fig. 225).

Burghiele de diametru mare se pot răsuci în locaşul lor din cauza solicitării în timpul găuririi. Acest lucru poate fi evitat dacă se fixează pe burghiu un antrenor care se reazemă de sania portcuţit (fig. 226).

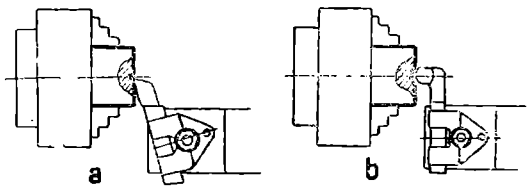


Fig. 224. Cuţit de centrare:
a — strunjire plană; *b* — centrare cu un cuţit special.

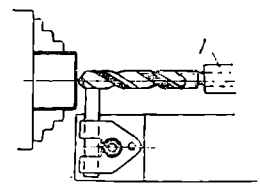


Fig. 225. Sprijinirea burghiului:
1 — pinola păpuşii mobile.

Burghiul fixat în pinola păpuşii mobile este deplasat manual. Se poate utiliza şi avansul mecanic al căruciorului dacă burghiul se fixează într-un dispozitiv în portcuţit (fig. 227).

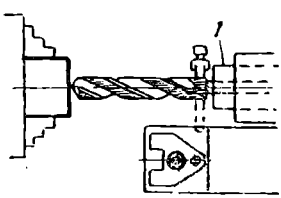


Fig. 226. Asigurarea burghiului împotriva rotirii:
1 — pinola păpuşii mobile.

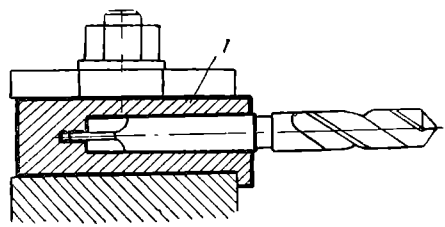


Fig. 227. Fixarea burghiului în portcuţit:
1 — dispozitiv de fixare.

Executarea găurilor lungi cu burghie cu un singur tăiş. Găurirea pieselor lungi cu burghie obişnuite este o operaţie dificilă, care necesită scoaterea frecventă a burghiului şi curăţirea de aşchii a canalelor lui.

Găurile netede şi de precizie a pieselor lungi se execută cu un burghiu cu un singur tăiş, ale cărui unghiuri şi formă sînt arătate în fig. 228.

Faţa de degajare a burghiului cu un singur tăiş se fixează deasupra liniei vîrfurilor cu 0,2—0,5 mm, în funcţie de diametrul

burghiului. Tăişul principal este cu 0,5 mm mai lung decît raza, iar unghiul de înclinaţie al tăişului secundar este de 10°. Vîrful burghiului se rotunjeşte cu o rază de 1,0—1,5 mm. Tăişul lateral se execută cu o faţetă de 0,5—0,6 mm. Sub faţetă se teşeşte burghiul pe întreaga lungime sub un unghi de 30—45° pentru a micşora frecarea, pentru a conduce lichidul de răcire şi pentru a elimina aşchiile. Burghiul este conic înspre coadă. Conicitatea este de 0,03—0,05 mm la fiecare 100 mm.

Faţa de degajare a burghiului poate fi dreaptă (fig. 228, *a*) sau concavă (fig. 228, *b* şi *c*). Îndepărtarea aşchiilor produse este greoaie, de aceea burghiul trebuie scos des şi cavitatea curăţită. Este bine ca pe tăiş să se formeze un prag pentru sfărîmarea aşchiilor deoarece lichidul de răcire, care intră cu presiune în gaură, va scoate afară aşchiile mărunţite.

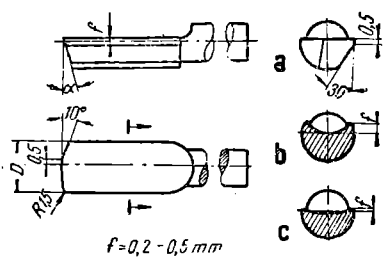


Fig. 228. Burghiu cu o singură muchie aşchietoare.

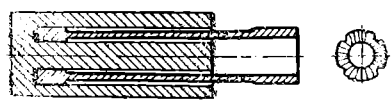


Fig. 229. Burghiu tubular cu coroană.

O sculă cu mai multe tăişuri pentru executarea găurilor lungi este burghiul tubular (în formă de bucşă) (fig. 229). La găurirea cu acest burghiu în piesă rămîne un miez pe mijlocul găurii. Dacă se execută o gaură înfundată miezul se rupe sau se retează cu un dispozitiv adecvat. Tăişurile burghielor tubulare mai mici se fac la freză.

Strunjirea (lărgirea) găurilor. Semifabricatele cu găuri obţinute la forjare, turnare, matriţare sau găurite în prealabil cu un burghiu spiral se aduc la dimensiunea definitivă prin strunjire. Această operaţie este mai dificilă decît strunjirea suprafeţelor exterioare. Cuţitul de strung pentru prelucrarea găurii este mai lung şi se fixează la o distanţă mai mare decît adîncimea găurii. Din cauza apăsării, cuţitul se îndoaie şi poate intra uşor în vibraţie. Pe de altă parte, aşchierea are loc în interiorul piesei, deci procesul nu poate fi urmărit cu ochiul iar aşchiile se evacuează mai greu.

Scula cea mai importantă la lărgirea găurilor este bara portcuţit (borştanga), care se execută în funcţie de destinaţie în forme variate (degroşare, finisare). Dezavantajul sistemului de

fixare a cuţitului în bare portcuţit de tipul celor reprezentate în fig. 101—102 constă în aceea că cuţitul se poate deplasa în timpul strunjirii. Fixarea este mai bună dacă cuţitul are două tăişuri (fig. 230).

La bara portcuţit folosită pentru finisarea găurilor interioare trebuie să se soluţioneze reglarea fină a poziţiei cuţitului. O astfel de soluţionare este arătată în fig. 231.

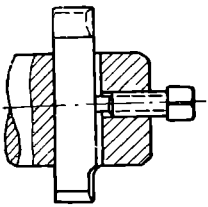


Fig. 230. Fixarea cuţitului cu două tăişuri în bara portcuţit.

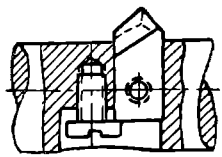


Fig. 231. Fixarea cuţitului în bara portcuţit cu posibilitatea de reglare fină pentru finisare.

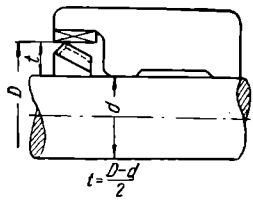


Fig. 232. Aşezarea cuţitului la dimensiunea de degroşare:
D — diametrul găurii;
d — diametrul barei.

Potrivirea cuţitului în bară la dimensiunea de lucru, la degroşare se realizează cu un şablon (fig. 232). Dacă este nevoie de o precizie mai mare, de exemplu, la finisare, se foloseşte un micrometru de adîncime (fig. 233) sau un micrometru exterior. Precizia reglării poate atinge şi 0,01 mm.

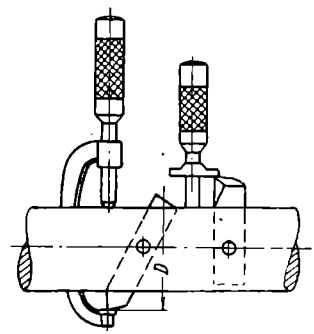


Fig. 233. Aşezarea cuţitului la cotă fixă cu ajutorul unui micrometru:
D — diametrul găurii de executat.

Fixarea piesei pentru găurire interioară, trebuie făcută de asemenea, cu mare atenţie. Aceasta în special la fixarea pieselor cu pereţi subţiri. În cazul folosirii unui universal cu trei fălci, de exemplu, gaura strunjită perfect cilindric se va deforma puţin la scoaterea ei din universal, în punctele de apăsare ale fălcilor, din cauza elasticităţii materialului (fig. 234).

Acest lucru poate fi evitat dacă se folosesc dispozitive care strîng piesa pe toată circumferinţa ei. În alte cazuri, *înaintea aşchierii de finisare* se slăbesc puţin fălcile şi se strunjeşte o aşchie foarte fină. La prelucrările de precizie mare, piesa se fixează pe un platou cu ajutorul unor piese de strîngere, care o strîng frontal.

Rebuturi la strunjirea interioară. Piesa se rebutează după strunjirea interioară dacă o parte a peretelui găurii rămîne neprelucrată. Aceasta se poate întîmpla din cauză că suprafaţa exterioară cilindrică a piesei nu este concentrică cu gaura, de exemplu, dacă în piesa turnată s-a deplasat miezul în timpul turnării şi centrarea se face după suprafaţa exterioară; gaura va bate şi o parte a peretelui rămîne neprelucrată. Acest fel de rebut nu se poate remania.

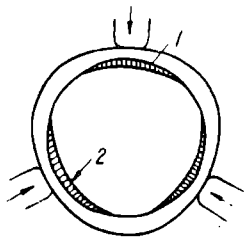


Fig. 234. Deformarea unei piese cu pereţi subţiri la fixarea ei într-un universal de strung cu trei fălci:
1 — circumferinţa găurii strunjite; *2* — stratul de metal îndepărtat prin aşchiere.

Execuţia va fi greşită dacă cuţitul este împins într-o parte, adică este scos din aşchie. În acest caz gaura va fi mai mică decît dimensiunea necesară. Neajunsul poate fi evitat dacă se foloseşte un cuţit mai rigid, dacă se reduce avansul şi se strîng bine şuruburile portcuţitului.

Dacă suprafaţa strunjită nu este suficient de netedă se micşorează avansul, dacă totuşi nici în acest caz nu se obţine o suprafaţă netedă, atunci se ascute cuţitul.

Adîncirea găurilor cilindrice. Pentru prelucrarea găurilor turnate, forjate, matriţate sau găurite în prealabil cu burghiul, se folosesc în afara cuţitelor pentru strunjire interioară şi adîncitoare.

În funcţie de diametrul găurii prelucrate, se folosesc adîncitoare de diferite construcţii. Pentru găuri mici, cu diametrul pînă la 35 mm, se folosesc adîncitoare cu coadă conică (fig. 235), prevăzute cu trei tăişuri. Pentru găuri mai mari, cu diametrul pînă la 100 mm, se folosesc adîncitoare cu patru tăişuri.

Fig. 235. Adîncitor cu trei tăişuri.

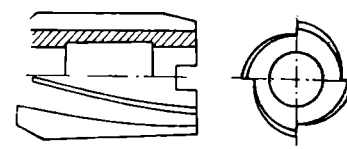


Fig. 236. Adîncitor cu patru tăişuri cu gaură pentru fixare pe dorn.

Adîncitoarele cu patru tăişuri (fig. 236) se execută cu gaură la interior şi se montează pe un dorn din oţel de construcţie, obţinîndu-se astfel o economie de oţel rapid, scump, din care sînt executate adîncitoarele.

În practică se folosesc şi adîncitoare armate, pe muchiile aşchietoare, cu plăcuţe din aliaje dure. Cu adîncitoare armate cu plăcuţe din aliaje dure se poate lucra cu viteze de aşchiere mari şi, prin urmare, aceste adîncitoare au o productivitate mai mare decît cele din oţel rapid.

La prelucrarea găurilor din turnare se recomandă ca gaura să fie mai întîi strunjită cu cuţitul pe o porţiune de 10—15 mm, pentru a ghida adîncitorul în gaură (fig. 237).

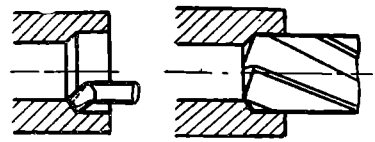


Fig. 237. Strunjirea prealabilă a găurii pentru adîncire.

Prelucrarea găurilor cu adîncitoare este mult mai productivă decît prelucrarea lor cu cuţitul. Vitezele de aşchiere pentru adîncitoare din oţel rapid sînt aproximativ egale cu vitezele de aşchiere la găurire, iar avansurile sînt de 2,5—3 ori mai mari decît avansurile la găurire.

Cînd se adîncesc piese din oţel, adîncitorul se răceşte cu emulsie. La adîncirea pieselor din fontă şi bronz nu se foloseşte răcirea.

Alezarea. Alezarea este operaţia de aşchiere a unor suprafeţe interioare de revoluţie prin care se măreşte precizia dimensională şi netezimea lor, în general în vederea unei asamblări.

Alezarea se face după ce piesa a fost în prealabil găurită sau strunjită la interior. Prelucrarea poate fi manuală sau cu maşina (la strung, la maşina de alezat, la maşina de găurit). Găurile cu suprafeţe foarte netede şi cu dimensiuni precise se pot obţine de asemenea şi prin strunjirea de netezire a găurilor, cu ajutorul cuţitelor cu plăcuţe din aliaje dure. Această netezire se execută cu o viteză de aşchiere foarte mare (mai mare de 100 m/min), cu adîncime de aşchiere mică (0,05—0,3 mm) şi cu un avans mic (0,02—0,1 mm/rot). Dar această metodă poate fi folosită avantajos numai la strunguri speciale şi în cazul cînd se prelucrează un număr mare de piese de acelaşi fel. Dar aşa cum s-a mai arătat, alezarea se face cu alezorul. Pentru acest scop se folosesc alezoare de diferite tipuri.

Alezoarele folosite se clasifică după cum urmează:

1) după modul de acţionare — *alezoare de mînă* şi *alezoare de maşină;*

2) după sistemul de fixare — *alezoare cu coadă* şi *alezoare cu gaură;*

3) după felul construcţiei — *alezoare fixe* şi *alezoare reglabile;*

4) după forma lor geometrică — *alezoare cilindrice* şi *alezoare conice.*

Alezoarele de mînă cilindrice, fixe au diametrele între 3 şi 50 mm (fig. 238).

Alezoarele de mînă cilindrice reglabile au diametrele între 8 şi 50 mm (fig. 239).

Fig. 238. Alezor de mînă cilindric, fix, cu dinţi elicoidali.

Fig. 239. Alezor de mînă cilindric, reglabil, cu dinţi drepţi.

Fig. 240. Alezor de maşină cilindric, fix, cu coada cilindrică.

Fig. 241. Alezor de maşină cilindric, fix, cu coada conică.

Alezoarele de maşină cilindrice, fixe, cu coada cilindrică, au diametrul între 3 şi 10 mm (fig. 240).

Alezoarele de maşină cilindrice, fixe, cu coada conică, au diametrul între 6 şi 32 mm (fig. 241).

Alezoarele fixe au dinţii executaţi dintr-o bucată cu corpul, iar alezoarele reglabile sînt prevăzute cu dinţi montaţi. Alezoarele fixe se uzează pe porţiunea cilindrică şi deci diametrul lor devine mai mic. În consecinţă, alezorul nu mai poate să fie folosit pentru prelucrarea găurilor cu diametrul respectiv.

La alezarea găurilor, alezoarele fixe şi reglabile cu coadă conică se fixează în pinola păpuşii mobile a strungului. Alezoarele fixe şi reglabile cu coada cilindrică cu diametrul pînă la 8 mm se fixează în mandrine. Cele cu diametrul mai mare se fixează cu un antrenor şi se urmăresc cu vîrful păpuşii mobile pentru a păstra ghidarea şi a preveni ruperea.

Tăişurile şi conurile de ghidare ale alezoarelor de mînă fixe sînt lungi. Dinţii alezorului pot fi elicoidali sau drepţi (paraleli cu generatoarea).

Obţinerea unei alezări bune este condiţionată de adaosul de prelucrare lăsat pentru alezare, de ascuţirea alezorului, de starea alezorului (prea uzat sau ştirbit).

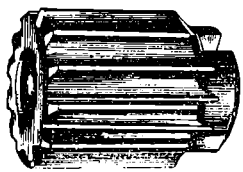


Fig. 242. Alezor de maşină cu gaură.

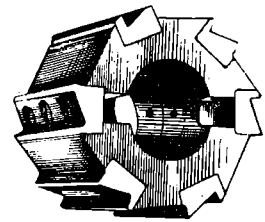


Fig. 243. Alezor de maşină demontabil cu gaură.

După ascuţire, alezoarele fixe se pot folosi la alezarea găurilor de diametre mai mici.

Alezoarele cu gaură sînt mai scurte decît alezoarele de mînă, iar lungimea lor este diferită, în funcţie de materialul de alezat. Pentru alezarea pieselor din oţel, fontă maleabilă şi bronz se

Fig. 244. Alezor de maşină cilindric, reglabil.

folosesc alezoare scurte, pentru fontă dură, alezoare lungi. Conicitatea părţii de ghidare este de 15—45°. Partea de ghidare poate fi şi rotunjită.

Alezoarele cu cuţite demontabile se execută de obicei cu cuţitele drepte (cu dinţi drepţi). Alezoarele cu dinţii oblici pot fi folosite şi pentru alezarea găurilor cu canale de pană. Conicitatea alezoarelor cu gaură este de 1 : 30 (fig. 242 şi 243).

Alezorul de mînă reprezentat pe fig. 244 se foloseşte pentru găuri străpunse, iar cel reprezentat pe fig. 245 pentru găuri înfundate.

Alezoarele reglabile nu se pot folosi pentru alezarea găurilor de orice diametru. Reglarea serveşte doar pentru corectarea diferenţei provenită din uzură, ceea ce se face slăbind piuliţa *a* şi strîngînd după necesitate piuliţa *b* (v. fig. 244).

Verificarea reglării alezorului cu cuţite demontabile se face cu un calibru inel, apoi se rectifică partea cilindrică pe o maşină de rectificare şi se ascute. Este bine ca alezorul astfel recondiţionat să fie încercat printr-o alezare de probă.

Găurile conice şi finisate cu un cuţit pentru strunjire interioară se alezează la dimensiuni exacte cu un alezor conic de formă corespunzătoare. Atît alezoarele de mînă, cît şi cele de maşină se confecţionează în garnituri de cîte trei bucăţi (fig. 246).

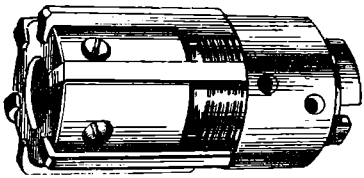


Fig. 245. Alezor de maşină pentru găuri cu fund.

Dacă alezorul este prins în pinola păpuşii mobile, atunci coaxialitatea este asigurată. La strungurile automate şi strungurile revolver această condiţie nu se poate asigura din cauza uzurii şi a altor motive. În cazul acesta gaura alezată va fi mai mare sau partea din faţă va fi conică. Acest neajuns se poate elimina prin folosirea unui suport articulat pentru alezor (fig. 247).

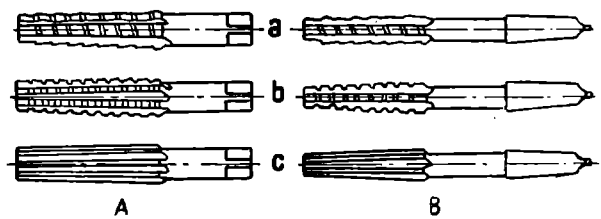


Fig. 246. Alezoare conice:
A — alezoare conice de mînă; *B* — alezoare conice de maşină; *a* — alezor de degroşare; *b* — alezor de semifinisare; *c* — alezor de finisare.

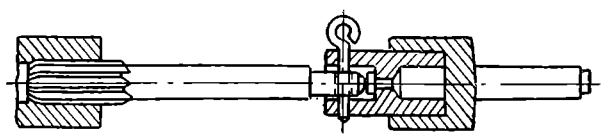


Fig. 247. Suport articulat pentru alezor.

Diametrul găurii alezate depinde în primul rînd de diametrul alezorului, de modul lui de fixare, de rigiditatea şi precizia strungului, de calitatea şi cantitatea lichidului de răcire şi în mare măsură de materialul piesei de alezat.

Adaosurile de prelucrare la alezare cu alezorul de maşină sînt date în tabela 34.

Tabela 34. **Adaosurile de prelucrare pe diametru, necesare pentru alezare, mm**

Modul de prelucrare	Diametru l găurii			
	12 - 18	18—30	30—50	50—75
	Adaosul de prelucrare			
Alezare de degroşare .	0,10—0,11	0,14	0,18	0,20—0,22
Finisare	0,04—0,05	0,06	0,07	0,08—0,1
Alezare de degroşare şi finisare	0,15	0,20	0,25	0,30

La alezarea manuală trebuie să se ţină seama de următoarele:

— adaosul de prelucrare să nu fie mai mare de 0,2—0,4 mm;

— alezorul trebuie ţinut exact în axa găurii (altfel deviază şi i se rup dinţii);

— să nu se folosească un suport de antrenare prea greu pentru că reduce sensibilitatea mîinii.

La alezarea cu maşina, piesa de obicei se pregăureşte cu un burghiu spiral. Găurile cu diametru mai mare se lărgesc cu adîncitorul înainte de alezare.

În fig. 248 este arătată succesiunea prelucrării unei găuri, a unei piese forjate, începînd de la operaţia de adîncire pînă la operaţia de alezare fină.

Unele dintre operaţii, cum ar fi de exemplu: *a*, *b* sau *c* pot fi eliminate, în funcţie de condiţiile de lucru.

La alezare, avansul sculei se realizează cu roata de mînă a păpuşii mobile. Deplasarea sculei trebuie să fie uniformă, altfel suprafaţa alezată nu va fi netedă şi poate să se rupă alezorul.

Pentru răcirea alezorului, la alezarea pieselor din oţel, se foloseşte emulsia de ulei, folosită şi la găurire sau ulei vegetal.

Strunjirea exterioară a pieselor găurite. Suprafaţa exterioară a bucşelor şi a altor piese găurite poate fi prelucrată fixînd piesa în universal, dar în cazul acesta centrarea ei este dificilă şi nesigură. Asemenea piese se pot prelucra mai uşor fixîndu-le pe un dorn.

Pentru fixarea pieselor cu găuri alezate se folosesc două feluri de dornuri: dornuri fixe (fig. 249) conice şi dornuri elastice. Conicitatea dornurilor fixe este de 0,02—0,08 mm la 100 mm. La un capăt al dornului se execută o parte plată de care se prinde inima de antrenare. Gaura de centrare se execută cu o adîncitură de protecţie. Piesa de prelucrat se fixează pe dorn cu ajutorul unei prese de mînă.

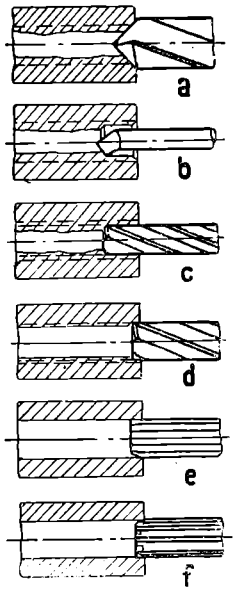


Fig. 248. Prelucrarea unei găuri în strung: *a* — găurire prealabilă; *b* — strunjire în vederea ghidării adîncitorului; *c* — adîncire de degroşare; *d* — adîncire de finisare; *e* — alezare de degroşare; *f* — alezoare de finisare.

Dornul elastic (extensibil) se confecţionează în mai multe variante. Principiul de bază al construcţiei acestuia constă în folosirea unui dorn conic pe care se strînge o bucşă despicată (extensibilă) cu ajutorul unei piuliţe (fig. 250). În urma strîngerii, diametrul exterior al bucşei se măreşte cu cîteva sutimi de milimetru şi astfel fixează piesa. O strîngere uniformă se obţine dacă crestăturile bucşei alternează. După terminarea prelucrării se slăbeşte piuliţa din dreapta, iar cu ajutorul piuliţei din stînga se scoate bucşa spintecată de pe dorn, deci şi piesa. În funcţie de diametrul interior al piesei, se folosesc bucşe cu pereţi de diferite grosimi.

În fig. 251 este reprezentat un exemplu de fixare a dornului elastic în gaura conică a axului principal. Cu ajutorul acestui dorn se fixează piesele cu găuri identice. Piesa este strînsă prin intermediul unui dop conic filetat cu cap pătrat pentru strîngere şi deşurubare, deci pentru scoaterea piesei de pe dorn. Este necesar ca între diametrul găurii interioare a piesei şi diametrul exterior al dornului elastic de strîngere să nu fie diferenţă prea mare, deoarece, aşa după cum se vede pe fig. 251, piesa va bate.

Piesele lungi cu gaură străpunsă se strunjesc la exterior fixate între vîrfuri. Vîrful introdus în axul principal este prevăzut cu dinţi pentru a putea antrena piesa. În păpuşa mobilă se introduce un vîrf rotativ (fig. 252). Această metodă de lucru se poate folosi numai la strunjirea de finisare a pieselor cu un adaos de prelucrare de 0,4 mm pe rază (0,8 mm pe diametru).

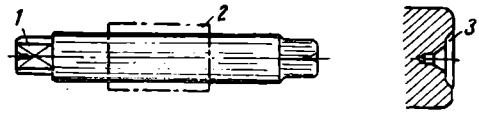


Fig. 249. Dorn conic pentru fixarea între vîrfuri:

1 — partea care se strînge cu antrenorul; *2* — piesa; *3* — gaura de centrare.

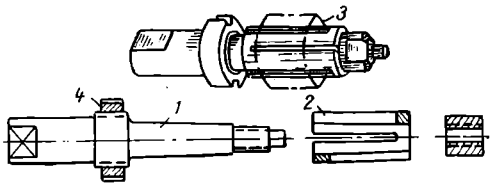


Fig. 250. Dorn elastic pentru fixarea între vîrfuri:

1 — dorn; *2* — bucşă spintecată; *3* — piesă; *4* — piuliţă.

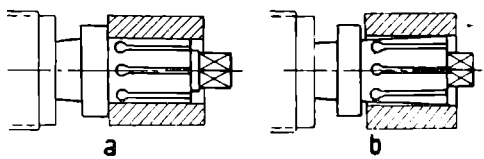


Fig. 251. Dorn elastic fixat în axul principal:

a — fixarea corectă a piesei; *b* — fixarea greşită a piesei.

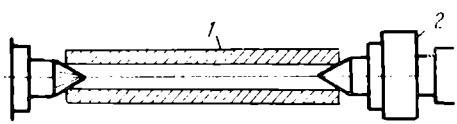


Fig. 252. Fixarea pieselor lungi cu gaură străpunsă:

1 — piesa; *2* — vîrful rotativ.

IX.

PILIREA, ZIMȚAREA ȘI RĂZUIREA

Pilirea. Folosirea pilei nu se recomandă la lucrările de strungărie, decît cel mult pentru netezirea suprafeței. Dacă pilirea este necesară, atunci mînerul pilei se ține altfel decît la lucrările de lăcătușerie (fig. 253), și anume mînerul pilei se ține cu mînă stîngă, mai cu seamă în apropierea platanului, flanșei de antrenare sau a universalului, iar capătul cu mîna dreaptă. În felul acesta se evită și posibilitatea eventualelor accidente.

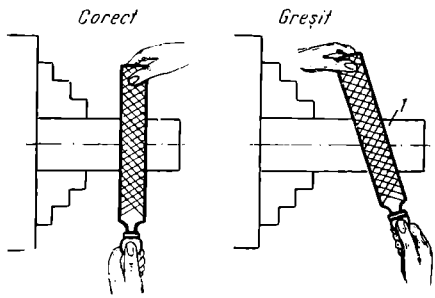


Fig. 253. Pilirea pieselor la strung:
1 — piesa.

Mînerul trebuie să fie bine fixat pe coada pilei și pe cît posibil să nu se schimbe de la o pilă la alta. Fiecare pilă trebuie să aibă mînerul ei propriu.

La pilire, pila se ține perpendicular pe axa piesei și se apasă uniform pe suprafața ei. Mișcînd pila în mod greșit, secțiunea circulară nu va fi corectă. Pila în nici un caz nu se va ține oblic.

Zimțarea. Mînerele cilindrice ale diferitelor instrumente de măsurat mînerele calibrelor, capetele șuruburilor micrometrice, piulițele rotunde și alte piese nu se fac netede, ci zimțate, pentru a putea fi rotite mai ușor. Zimțarea poate fi *dreaptă, oblică* sau *încrucișată* (fig. 254).

Zimțarea se execută cu ajutorul unor role mici de oțel, pe a căror suprafață cilindrică se frezează dinți de diferite dimensiuni (fig. 255).

Rola călită se prinde într-un suport în așa fel, încît să se poată roti liber (fig. 256).

La zimțarea încrucișată se prind într-un suport cu articulație cîte două role zimțate una deasupra celeilalte, avînd dinți cu

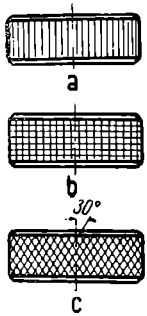


Fig. 254. Suprafețe zimțate:

a — zimțare dreaptă; *b* — zimțare încrucișată; *c* — zimțare oblică încrucișată.

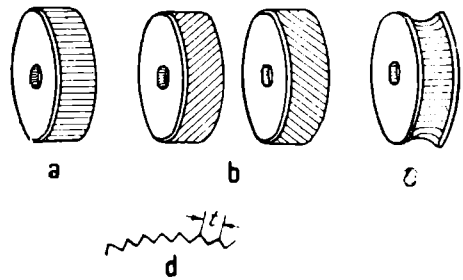


Fig. 255. Role de zimțare:

1 — rolă cu dinți drepți; *2* — role cu dinții oblici stînga-dreapta; *c* — rolă concavă; *d* — profilul dinților rolei; *t* — pasul dinților.

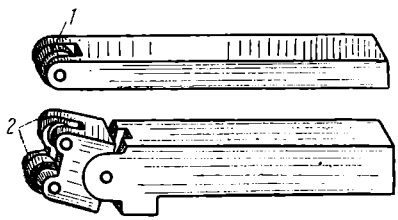


Fig. 256. Suporți pentru role de zimțare:

1 — suport cu o singură rolă de zimțare; *2* — suport cu articulație cu două role de zimțare pentru zimțare încrucișată.

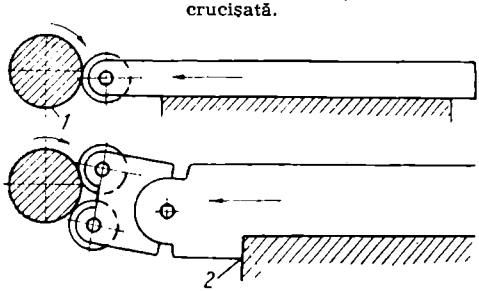


Fig. 257. Poziția rolelor de zimțare în raport cu piesa:

1 — piesă zimțată cu o rolă; *2* — suport cu articulație cu două role de zimțare.

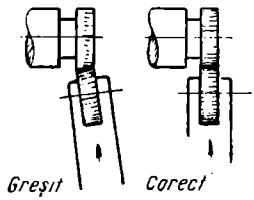


Fig. 258. Poziția de zimțare.

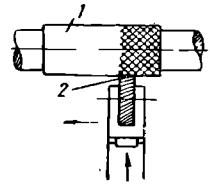


Fig. 259. Zimțarea suprafețelor lungi:
1 — piesă; *2* — role de zimțare.

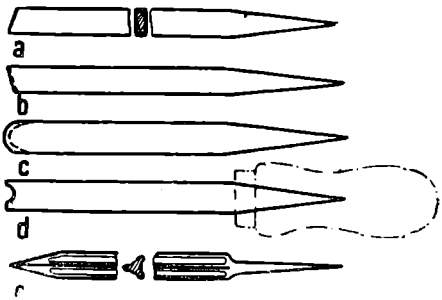


Fig. 260. Cuțite de mînă și răzuitoare:
a — cuțit de mînă pe dreapta; *b* — cuțit de mînă pe stînga; *c* — cuțit de mînă pentru prelucrări în interior; *d* — cuțit de mînă pentru rotunjire; *e* — răzuitor cu trei tăișuri (triunghiular)

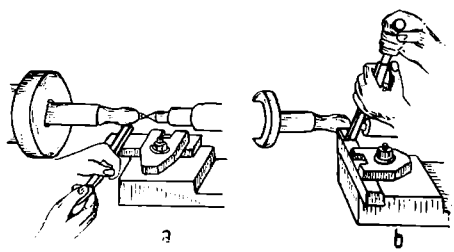


Fig. 261. Cuțit de strung de mînă în poziție de lucru:
a — folosirea cuțitului de mînă drept; *b* — folosirea cuțitului de mînă cotit.

orientare diferită (una la dreapta, alta la stînga). Acest dispozitiv se fixează în portrole (fig. 257).

Dispozitivul se aşază puţin mai jos de linia vîrfurilor strungului şi se presează pe suprafaţa piesei cu ajutorul saniei transversale. Suportul sculei trebuie să fie perpendicular pe piesă (fig. 258). La zimţarea turaţia piesei va fi mai mică decît la strunjire. În urma apăsării, diametrul piesei se umflă cu jumătatea pasului dinţilor. Dacă trebuie zimţată o suprafaţă mai lungă decît lăţimea rolei, atunci portcuţitul se deplasează manual de-a lungul piesei (fig. 259). În timpul zimţării rolele trebuie unse.

Răzuitoare, cuţite de mînă şi folosirea lor. Răzuitoarele de mînă cu trei tăişuri se folosesc pentru teşirea muchiilor, pentru netezirea pieselor profilate şi a suprafeţelor scobite (fig. 260). Folosirea lor neatentă poate provoca accidente grave.

În timpul lucrului, mînerul se ţine cu mîna dreaptă, iar răzuitorul se sprijină cu mîna stîngă de un reazem prins în portcuţit. Reazemul trebuie să fie aproape de suprafaţa piesei (fig. 261). Între cuţit şi reazem se pune o bucăţică de piele pentru a împiedica alunecarea cuţitului.

X.

FILETAREA

FILETE ŞI SCULE PENTRU FILETARE

Scopul filetului. Filetul se foloseşte foarte des în construcţia de maşini pentru asamblarea pieselor, cum şi pentru transmiterea mişcării. Un exemplu de folosire a filetului pentru asamblare îl constituie filetul capătului axului principal pe care se înşurubează universalul. Un alt exemplu de folosire a filetului la transmiterea mişcării îl constituie filetul şurubului conducător, care transmite mişcarea piuliţei secţionate din cutia căruciorului; alte exemple sînt şuruburile de la menghină, de la prese etc.

Filetul este construit după o curbă care se numeşte *elice*.

Elicea. Dacă o hîrtie în formă de triunghi dreptunghi (fig. 262) la care cateta AC este egală cu circumferinţa unui cilindru de diametru d, adică $AC=\pi d$, se înfăşoară pe acest cilindru aşa cum se vede pe fig. 262, ipotenuza formează pe suprafaţa cilindrului o curbă numită elice cu pasul $p=h$. Unghiul din vîrful A se numeşte *unghiul de pantă al elicei*.

Dacă triunghiul se află în partea dreaptă a cilindrului, aşa cum se vede în fig. 262 şi linia înclinată se ridică de la stînga spre dreapta, o asemenea elice se numeşte *elice pe dreapta*. În

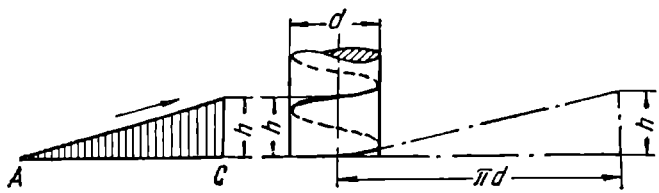


Fig. 262. Formarea elicei.

cazul cînd triunghiul este înfăşurat pe cealaltă parte a cilindrului şi elicea se ridică de la dreapta spre stînga, elicea se numeşte *pe stînga*.

Formarea filetului. Dacă se va aduce în atingere vîrful unui cuţit de strung cu o piesă cilindrică fixată în strung şi apoi se va da piesei o mişcare de rotaţie, iar cuţitului o mişcare uniformă în lungul piesei, pe suprafaţa piesei se va forma o elice. Adîncind vîrful cuţitului în piesa de prelucrat şi deplasînd din nou cuţitul longitudinal pe suprafaţa piesei, se obţine un canal elicoidal avînd profilul corespunzător formei părţii aşchietoare a cuţitului. Partea piesei rămasă neaşchiată, formează un filet.

Tipuri de filete. Dacă partea aşchietoare a cuţitului are o formă triunghiulară, pe suprafaţa piesei se va obţine un filet triunghiular. În caz că forma părţii aşchietoare este dreptunghiulară sau trapezoidală se obţine respectiv un filet dreptunghiular sau trapezoidal.

Filetul poate fi *metric* dacă *pasul* lui este dat în milimetri, sau *filet în ţoli* dacă se dă *numărul de paşi pe ţoli*. Secţiunea filetului metric triunghiular este un triunghi cu unghiul de vîrf de 60° (fig. 263, *a*).

La îmbinările de etanşare, la conductele din oţel, se foloseşte filetul în ţoli (filet Whitworth). Acesta are secţiunea triunghiulară cu un unghi de vîrf de 55° (fig. 263, *b*).

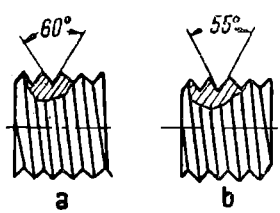


Fig. 263. Filet triunghiular:
a — metric; *b* — în ţoli.

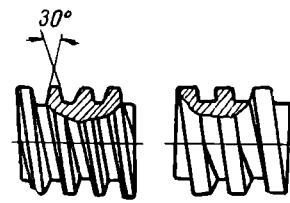


Fig. 264. Filet trapezoidal şi dreptunghiular.

Pentru transmiterea mişcărilor, cînd se transformă o mişcare de rotaţie în mişcare de translaţie, se folosesc filetele trapezoidale. Şurubul conductor al strungului are filet trapezoidal. Mai rar se utilizează filetele dreptunghiulare sau pătrate, deoarece executarea lor este mai complicată (fig. 264).

Pentru transmiterea sarcinilor mari, într-un singur sens se foloseşte filetul ferăstrău (de exemplu la axul preselor cu şurub).

În tabela 35 s-au centralizat titlurile standardelor de filet în vigoare în R.P.R. Simbolurile filetelor după STAS 139-49 sînt date în tabela 36.

Tabela 35. **Standardele de filet în vigoare în R.P.R.**

Numărul STAS-ului	Denumirea
3872-53	*Filete. Terminologie.*
139-49	*Filete. Denumiri prezentate*
981-50	*Filete metrice. Tabelă generală*
645-49	*Filet metric normal.* Diametre de la 1 la 5,5 mm
510-49	*Filet metric normal.* Diametre de la 6 la 68 mm
897-57	*Filet metric normal.* Diametre de la 72 la 400 mm
511-49	*Filet metric fin-1.* Diametre de la 1 la 52 mm
512-49	*Filet metric fin-1.* Diametre de la 56 la 400 mm
950-50	*Filet metric fin-2.* Diametre de la 8 la 200 mm
951-50	*Filet metric fin-3.* Diametre de la 8 la 200 mm
952-50	*Filet metric fin-4.* Diametre de la 9 la 150 mm
611-49	*Filet în țoli* (Whitworth) normal. Diametre de la 3/16″ la 4″
402-49	*Filete pentru țevi.* Filet în țoli (Whitworth) cilindric și conic fără joc la vîrf
2114-51	*Filete trapezoidale.* Tabelă generală
628-49	*Filet trapezoidal normal.* Diametre de la 10 la 300 mm
2103-51	*Filet trapezoidal cu pas mare.* Diametre de la 22 la 300 mm
2113-51	*Filet trapezoidal fin.* Diametre de la 10 la 300 mm
668-49	*Filet rotund normal.* Diametre de la 8 la 20 mm
2234-51	*Filete ferăstrău.* Tabelă generală
2165-51	*Filet ferăstrău cu pas mare.* Diametre de la 22 la 300 mm
2166-51	*Filet ferăstrău fin.* Diametre de la 10 la 300 mm
3203-52	*Filete pătrate.* Tabelă generală
3126-52	*Filet pătrat normal.* Diametre de la 10 la 300 mm
3202-52	*Filet pătrat fin.* Diametre de la 10 la 300 mm
3125-52	*Filet pătrat cu pas mare.* Diametre de la 20 la 300 mm
3508-52	*Filete.* Degajarea filetului.
4017-53	*Filete.* Ieșirea filetului.

Pasul se măsoară totdeauna paralel cu axa. Notațiile uzuale sînt arătate în fig. 265.

La filetul metric pasul se măsoară determinînd distanța dintre două puncte avînd aceeași poziție pe două spire vecine, în milimetri, dacă filetul este cu un început. Dacă filetul este cu două începuturi se măsoară distanța din două în două spire.

La filetul în țoli pasul se indică enunțînd numărul spirelor pe un țol. De exemplu pasul de 1/4″=4 spire pe lungimea unui țol.

La filetul modul, pasul este de 3,14 mm pentru modulul 1; pentru un modul mai mare sau mai mic decît unitatea, pasul este $p=\pi m$, m fiind modulul.

Tabela 36. **Simbolizarea filetelor**

Tipul filetului	Simbolul	Dimensiunea caracteristică	Exemplu pentru notația prescurtată
Filet metric	M	Diametrul exterior al filetului, în mm	M 30
Filet metric fin	M	Diametrul exterior al filetului, în mm×pasul, în mm	M 120×3
Filet normal în țoli (Whitworth)	—	Diametrul exterior al filetului, în țoli	2'
Filet în țoli pentru țevi	G	Diametrul nominal al țevii, în țoli	G 3"
Filet trapezoidal	Tr	Diametrul exterior al filetului, în mm×pasul, în mm	Tr 52×8
Filet rotund	Rd	Diametrul exterior al filetului, în mm×pasul, în mm sau în țoli	Rd 50×7 Rd 55×1/6"
Filet ferăstrău	S	Diametrul exterior al filetului, în mm×pasul, în mm	S 70×10

După sensul înșurubării filetelor se deosebesc *filete de dreapta și de stînga* (fig. 266). La tăierea filetului de dreapta cuțitul se deplasează de la păpușa mobilă spre păpușa fixă, iar la filetul de stînga cuțitul se deplasează în sens invers.

Dacă este nevoie de un filet cu pas mare, atunci se folosesc șuruburi cu mai multe începuturi. Numărul începuturilor poate fi doi, trei sau chiar și mai mult. Numărul începuturilor este identic cu numărul filetelor aflate unul lîngă altul (fig. 267).

Filetul conic se execută pe o suprafață de rotație conică. Se cunosc două tipuri de filete conice, și anume: dacă bisectoarea unghiului filetului este perpendiculară pe axa piesei (fig. 268, *a*) și dacă bisectoarea unghiului filetului este perpendiculară pe generatoarea suprafeței conice (fig. 268, *b*).

Teșirea și degajarea pieselor în vederea filetării. Piesa se strunjește la diametrul exterior al filetului, apoi pentru începutul tăierii filetului se face o teșitură de 45° pînă la diametrul miezului, numit diametrul interior al filetului.

După executarea lungimii filetate utile, cuțitul trebuie scos din piesă (din așchie). În timpul acesta căruciorul mai avansează. În acest caz, trebuie să se mai adauge o porțiune oarecare x (fig. 269), numită ieșirea filetului, pentru scoaterea cuți-

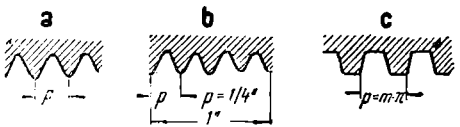


Fig. 265. Notația pasului filetului:
a — filet metric; *b* — filet în țoli; **c** — filet modul.

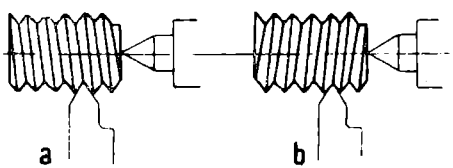


Fig. 266. Sensul filetului:
a — filet dreapta; *b* — filet stinga.

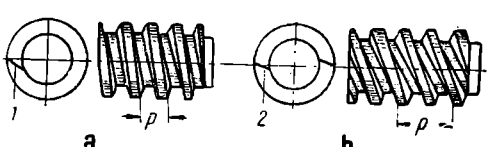
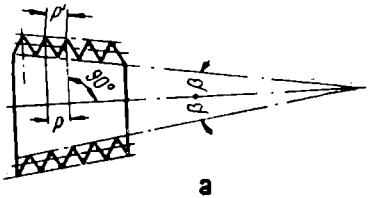


Fig. 267. Începuturile filetelor:
a — filet cu un început; *1* — începutul filetului;
b — filet cu două începuturi; *2* — începuturile filetelor.



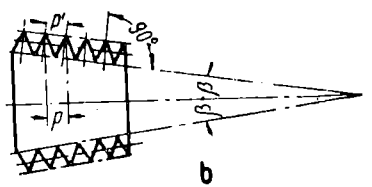


Fig. 268. Filet conic:
a — filet conic cu bisectoarea unghiului flancurilor perpendiculară pe axa conului; *b* — filet conic cu bisectoarea unghiului flancurilor perpendiculară pe generatoarea conului.

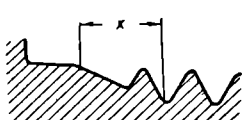


Fig. 269. Ieșirea filetului.

tului din aşchie, evitînd în felul acesta ruperea cuţitului. Mărimea ieşirii filetului nu este aceeaşi pentru toate filetele.

Valoarea x a ieşirii filetului, în funcţie de diametrul piesei de filetat, este cuprinsă între 0,3 şi 17 mm. Cînd este necesar ca filetul să fie folosit în întregime, sau la capătul filetului piesa are un prag, sau trebuie evitată existenţa unei crestături pe piesă, atunci la terminarea lungimii de filetat se face o degajare. La filetarea găurilor pe o anumită porţiune este necesară degajarea pentru scoaterea cuţitului din aşchie, evitînd în felul acesta şi eventuala lui deteriorare. Mărimea degajării diferă de la filet la filet (fig. 270) şi de la piesă la piesă, de exemplu, la interior este mai lungă decît la exterior.

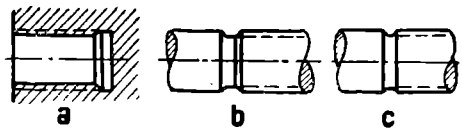


Fig. 270. Degajări de filet:
a — degajare interioară; *b* — degajare exterioară la 60°; *c* — degajare rotundă.

Standarde de filet. Valorile numerice ale dimensiunilor filetelor standardizate sînt date în tabelele următoare:

Filet metric standardizat (tabela 37);
Filet Whitworth (tabela 38);
Filet în ţoli pentru ţevi (tabela 39);
Filet trapezoidal normal (tabela 40);
Filet ferăstrău normal (tabela 41);
Filet rotund (tabela 42).

Tăierea filetului exterior. La tăierea filetului exterior pe strung se folosesc următoarele scule: filiere închise şi deschise, filiere secţionate, cuţite pentru filetat, piepteni pentru filetat.

Tăierea filetului cu ajutorul filierelor. Filetul triunghiular exterior de dimensiuni mici, metric sau în ţoli se poate tăia cu filiera. *Filiera* (fig. 271) reprezintă un fel de piuliţă, prevăzută cu nişte canale *1*, care servesc pentru formarea tăişurilor *2* şi pentru ieşirea aşchiilor.

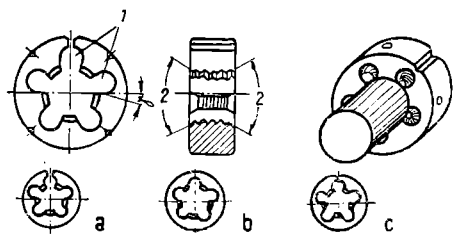
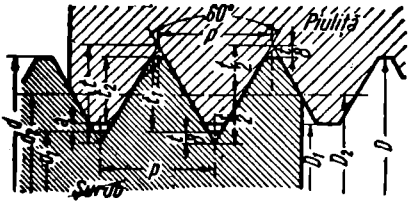


Fig. 271. Filiere:
a — filieră secţionată; *b* — filieră nesecţionată; *c* — filieră crestată.

Tabela 37. **Filet**



$f = 0{,}8660\ p$
$f_1 = 0{,}6495\ p$
$t_2 = t_1 - a$
$d_2 = d - t_1$
$d_1 = d - 2t_1$

$D = d$
$D_2 = d_2$
$D_1 = d_1 + 2a$

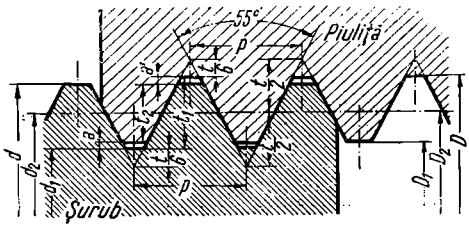
d mm	Normal				Fin-1				Fin-2	
	d_2 mm	d_1 mm	p mm	t_1 mm	d_2 mm	d_1 mm	p mm	t_1 mm	d_2 mm	d_1 mm
1	0,889	0,676	0,25	0,162	0,870	0,740	0,2	0,130		
1,2	1,038	0,876	0.25	0,162	1,070	0,940	0,2	0,130		
1,4	1,205	1,010	0,30	0,195	1,270	1,140	0,2	0,130		
1,7	1,473	1,246	0,35	0,227	1,570	1,440	0,2	0,130		
2	1,740	1,480	0,40	0,260	1,838	1,676	0,25	0,162		
2,3	2,040	1,780	0,40	0,260	2,138	1,976	0,25	0,162		
2,6	2,308	2,016	0.45	0,292	2,373	2,146	0,35	0,227		
3	2,675	2,675	0,50	0,325	2,773	2,546	0,35	0,227		
3,5	3,110	2,720	0,60	0,390	3,273	3,046	0,35	0,227		
4	3,545	3,090	0,70	0,455	3,675	3,350	0,5	0,325		
5	4,480	3,960	0,80	0,520	4,675	4,350	0,5	0,325		
6	5,350	4,700	1	0,650	5,513	5,026	0,75	0,487	5,675	5,350
8	7,188	6,376	1,25	0,812	7,350	6,700	1	0,650	7,513	7,026
10	9,026	8,052	1,5	0,974	9,350	8,700	1	0,650	9,513	9,026
12	10,863	9,726	1.75	1,137	11,026	10,052	1,5	0,974	11,350	10,700
14	12,701	11,402	2	1,299	13,026	12,052	1,5	0,974	13,350	12,700
16	14,701	13,402	2	1,299	15,026	14,052	1,5	0,974	15,350	14,700
18	16,376	14,752	2,5	1,624	17,026	16,052	1,5	0,974	17,350	16,700
20	18,376	16,752	2,5	1,624	19,026	18,052	1,5	0,974	19,350	18,700
22	20,376	18,752	2,5	1,624	21,026	20,052	1,5	0,974	21,350	20,700
24	22,051	20,102	3	1,949	22,701	21,402	2	1,299	23,026	22,052
27	25,051	23,102	3	1,949	25,701	24,402	2	1,299	26,026	25,052
30	27,727	25,454	3,5	2,273	28,701	27,402	2	1,299	29,026	28,052
36	33,402	30,804	4	2,598	34,051	32,102	3	1,949	34,701	33,402
42	39,077	36,154	4,5	2,923	40,054	38,102	3	1,949	40,701	39,402
48	44,752	41,504	5	3,248	46,051	44,102	3	1,949	46,701	45,402
56	52,428	48,856	5,5	3,572	53,402	50,804	4	2,598	54,051	52,102
64	64,103	56,206	6	3,897	61,402	58,804	4	2,598	62,051	60,102
68					65,402	62,804	4	2,598	66,051	64,102
72					69,402	66,804	4	2,598	70,051	68,102
76					73,402	70,804	4	2,598	74,051	72,102
80					77,402	74,804	4	2,598	78,051	76,102
85					82,402	79,804	4	2,598	83,051	81,102
90					87,402	84,804	4	2,598	88,051	86,102
95					92 402	89,804	4	2,598	93,051	91,102
100					97,402	94,804	4	2,598	98,051	96,102

STAS 510-49, STAS 511-49, STAS 512-49, STAS 645-49, STAS 950-50, STAS 951-50, STAS 952-50

Pentru filete metrice normale de alte dimensiuni decît cele cuprinse în tabelele de față, a se vedea standardele de mai sus.

		Fin-3				Fin-4				d mm
p mm	t_1 mm	d_2 mm	d_1 mm	p mm	t_1 mm	d_2 mm	d_1 mm	p mm	t_1 mm	
0,50	0.325									6
0,75	0,487	7,675	7,350	0,5	0,325					8
0,75	0,487	9,675	9,350	0,5	0,325	9,773	9,546	0,35	0,227	10
1	0,650	11,513	11,026	0,75	0,487	11,675	11,350	0,5	0,325	12
1	0,650	13,513	13,026	0,75	0,487	13,675	13,350	0,5	0,325	14
1	0,650	15,513	15,026	0,75	0,487	15,675	15,350	0,5	0,325	16
1	0,650	17,513	17,026	0,75	0,487	17,675	17,350	0,5	0,325	18
1	0,650	19,513	19,026	0,75	0,487	19,675	19,350	0,5	0,325	20
1	0,650	21,513	21,026	0,75	0,487	21,675	21,350	0,5	0,325	22
1,5	0,974	23,350	22,700	1	0,650	23,513	23,026	0,75	0,487	24
1,5	0,974	26,350	25,700	1	0,650	26,513	26,026	0,75	0,487	27
1,5	0,974	29,350	28,700	1	0,650	29,513	29,026	0,75	0,487	30
2	1,299	35,026	34,052	1,5	0,974	35,350	34,700	1	0,650	36
2	1,299	41,026	40,052	1,5	0,974	41,350	40,700	1	0,650	42
2	1,299	47,026	46,052	1,5	0,974	47,350	46,700	1	0,650	48
3	1,949	54,701	53,402	2	1,299	55,026	54,052	1,5	0,974	56
3	1,949	62,701	61,402	2	1,299	63,026	62,052	1,5	0,974	64
3	1,949	66,701	65,402	2	1,299	67,026	66,052	1,5	0,974	68
3	1,949	70,701	69,402	2	1,299	71,026	70,052	1,5	0,974	72
3	1,949	74,701	73,402	2	1,299	75,026	74,052	1,5	0,974	76
3	1,949	78,701	77,402	2	1,299	79,026	78,052	1,5	0,974	80
3	1,949	83,701	82,402	2	1,299	84,026	83,052	1,5	0,974	85
3	1,949	88,701	87,402	2	1,299	89,026	88,052	1,5	0,974	90
3	1,949	93,701	92,402	2	1,299	94,026	93,052	1,5	0,974	95
3	1,949	98,701	97,402	2	1,299	99,026	98,052	1,5	0,974	100

Tabela 38. **Filet normal în țoli (Whitworth)**
STAS 611-45



$$p = \frac{25{,}4}{z}$$

$$t = 0{,}96049\,p$$

$$t_1 = 0{,}64033\,p$$

$$t_2 = t_1 - (a + a')$$

$$d = D - 2a'$$

$$d_2 = D - t_1$$

$$d_2 = D - 2t_1$$

$$D_2 = d_2$$

$$D = d_1 + 2a$$

D Diametrul nominal țoli	D mm	d_2 mm	d_1 mm	z*	p mm	t_1 mm	2a mm	$2a_1$ mm
3/16	4 762	4,085	3,408	24	1,058	0 677	0 152	0 132
1/4	6 350	5,537	4 724	20	1,270	0 813	0 186	0 150
5/16	7 938	7.034	6,130	18	1,411	0 904	0 210	0 158
3/8	9 525	8,508	7,491	16	1.508	1 017	0 239	0 165
1/2	12,700	11,344	9 908	12	2.117	1.356	0 312	0 200
5/8	15,875	14,396	12,917	11	2,309	1,479	0 343	0 225
3/4	19 050	17,4 4	15,798	10	2.540	1.626	0 3 2	0,240
7/8	22 225	20 418	18 611	9	2,822	1.807	0 119	0 265
1	25.400	23 367	21,344	8	3.175	2,033	0,466	0 290
1 1/8	28.575	26,251	23,927	7	3 629	2.324	0 533	0,325
1 1/4	31.750	29 426	27.102	7	3 629	2,324	0 538	0 330
1 1/2	38.100	35,309	32 678	6	4,233	2,711	0 632	0 370
1 3/4	44 450	41,197	37.944	5	5,080	3 253	0 756	0 430
2	50,800	47,106	43 572	4 1/2	5 644	3 614	0 838	0 480
2 1/4	57.150	53,084	49 018	4	6 350	4,066	0 942	0 530
2 1/2	63 500	59,434	55,368	4	6,350	4 066	0 942	0 530
2 3/4	69,850	65 203	60 556	3 1/2	7.257	4 647	1,074	0 590
3	76 200	71 553	66,906	3 1/2	7,257	4 647	1,074	0 590
3 1/4	82,550	77 546	72 542	3 1/4	7,815	5,004	1.158	0 640
3 1/2	88 900	83 096	78,892	3 1/4	7,815	5 004	1,158	0 640
3 3/4	95 250	89,828	84 406	3	8,467	5 422	1 254	0 700
4	101,600	95,178	90.756	3	8.467	5,422	1.254	0,700

* Numărul de spire pe 1".

Filierele rotunde se execută întregi sau secționate. Diametrul filierelor secționate poate fi reglat în limite mici, restabilind astfel dimensiunea sculei după uzare. Filierele secționate se folosesc pentru executarea filetelor puțin precise. Filierele întregi dau un filet mult mai precis, deoarece ele au o rigiditate mai mare, dar durata lor de folosire este mai mică.

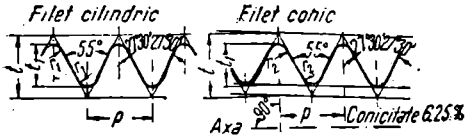


Tabela 39. **Filete pentru țevi (Whitworth)**
STAS 402-49

D țoli	d mm	d_2 mm	d_1 mm	t_1 mm	r mm	p mm	z*
G 1/8	9,728	9,147	8,566	0,581	0,125	0,907	28
G 1/4	13,157	12,301	11,455	0,856	0,184	1,337	19
G 1/2	20,955	19,793	18,631	1,162	0,249	1,814	14
G 3/4	25,441	25,279	24,117	1,162	0,249	1,814	14
G 1	33,249	31,770	30,291	1,479	0,317	2,309	11
G 1 1/4	41,910	40,431	38,952	1,479	0,317	2,309	11
G 1 1/2	47,803	46,324	44,845	1,479	0,317	2,309	11
G 2	59,614	58,135	56,656	1,479	0,317	2,309	11
G 2 1/2	75,184	73,705	72,226	1,479	0,317	2,309	11
G 3	87,884	86,405	84,926	1,479	0,317	2,309	11
G 3 1/2	100,330	98,851	97,372	1,479	0,317	2,309	11
G 4	113,030	111,551	110,072	1,479	0,317	2 309	11
G 5	138,430	136,951	135,472	1,479	0,317	2,309	11
G 6	163,830	162,351	160,872	1,479	0,317	2,309	11
G 7	189,230	187,604	185,978	1,626	0,349	2,540	10
G 8	214,630	213,004	211,378	1,626	0,349	2,540	10

* Numărul de spire pe 1"

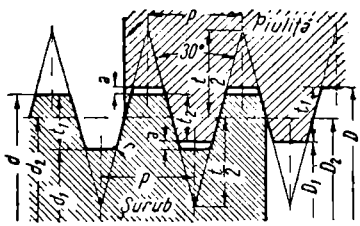


Tabela 40.
Filet trapezoidal normal
STAS 628-49

$t = 1{,}866\,p$
$t_1 = 0{,}5\,p + a$
$t_2 = 0{,}5\,p$

$d_1 = d - 0{,}5\,p$
$d_2 = d - 2t_1$

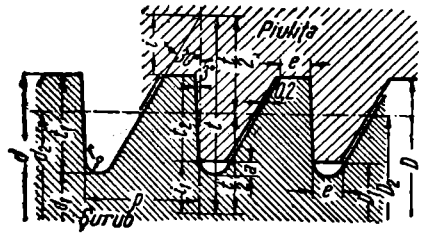
$D = d + 2a$
$D_2 = d_2$
$D_1 = d - p$

Șurub		Diametrul mediu	Piuliță		Pasul filetului	Înălțimea filetului	Jocul
exterior	interior		exterior	interior			
diametrul			diametrul				
d	d_1	d_2	D	D_1	p	t_1	2a
10	6,5	8,5	10,5	7	3	1,75	0,50
12	8,5	10,5	12,5	9			
14	10,5	12,5	14,5	11			

Tabela 40 (continuare)

Șurub		Diametrul mediu	Piuliță		Pasul filetului	Înălțimea filetului	Jocul
exterior	interior		exterior	interior			
diametrul			diametrul				
d	d_1	d_2	D	D_1	p	t_1	$2a$
16	11,5	14	16,5	12			
18	13,5	16	18,5	14	4	2,25	0,50
20	15,5	18	20,5	16			
22	16	19,5	23	17			
24	18	21,5	25	19			
26	20	23,5	27	21	5	3	1
28	22	25,5	29	23			
30	23	27	31	24			
32	25	29	33	26			
36	29	33	37	30	6	3,50	1
40	33	37	41	34			
44	35	40	45	36			
48	39	44	49	40			
50	41	46	51	42	8	4,50	1
52	43	48	53	44			
55	46	51	56	47			
60	51	56	61	52			
65	54	60	66	55			
70	59	65	71	60			
75	64	70	76	65	10	5,50	1
80	69	75	81	70			
85	72	79	86	73			
90	77	84	91	78			
95	82	89	96	83	12	6,50	1
100	87	94	101	88			
110	97	104	111	98			
120	102	112	122	104			
130	112	122	132	114			
140	122	132	142	124			
150	132	142	152	134	16	9	2
160	142	152	162	144			
170	152	162	172	154			
180	158	170	182	160			
190	168	180	192	170	20	11	2
200	178	190	202	180			

Tabela 41. Filet ferăstrău normal

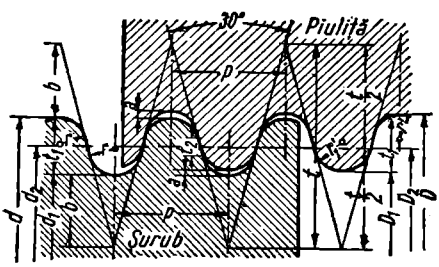


$t = 1{,}73205\,p$
$t_1 = 0{,}52507\,p$
$t_2 = 0{,}75\,p$
$t_1 = 0{,}45698\,p$
$t_1 = t_2 + a$
$a = 0{,}11777\,p$
$r = 0{,}12427\,p$

$e = 0{,}26384\,p$
$d_2 = d + 2\left(t - \frac{t}{2}\right)$
$d_1 = d - 2t_1$
$D = d$
$D_2 = d_2$
$D_1 = d_1 + 2a$

Diametrele filetelor					Pasul filetului	Înălțimea filetului	Lățimea filetului	Jocul
șurub		mediu	piuliță					
exterior	interior		exterior	interior				
d	d_1	d_2	D	D_1	p	t_1	e	$2a$
24	15,322	20,590	24	16,5				
26	17,322	22.590	26	18,5	5	4,339	1,319	1,178
30	19,586	25,909	30	21				
34	23,586	29,909	34	25				
36	25,586	31,909	36	27	6	5,207	1,583	1,414
40	29,586	35,909	40	31				
44	30,116	38,545	44	32				
48	34,116	42,545	48	36	8	6,942	2,111	1,884
50	36,116	44,545	50	38				
60	46,116	54,545	60	48				
70	52,644	63,181	70	55	10	8,678	2,638	2,356
80	62,644	73,181	80	65				
90	69,174	81,817	90	72				
100	79,174	91,817	100	82	12	10,413	3,166	2,826
120	92,232	109,089	120	96				
140	112,232	129,089	140	116	16	13,884	4,221	3,768
160	132,232	149,089	160	136				
180	145,290	166,362	180	150	20	17,355	5,277	4,710
200	165,290	186,362	200	170				

Tabela 42. Filet rotund normal



$$p = \frac{25{,}4}{z}$$

$t = 1{,}86603\,p$
$t_1 = 0{,}5\,p$
$t_2 = 0{,}08350\,p$
$a = 0{,}05\,p$
$b = 0{,}68301\,p$
$r = 0{,}23851\,p$
$r_1' = 0{,}25597\,p$
$r' = 0{,}22105\,p$

$d_2 = d - t_1$
$d_1 = d - 2t_r$
$D = d + 2a$
$D_2 = d_2$
$D_1 = D - 2t_2$

Diametrele filetelor					Numărul de spire pe 1"	Pasul filetului	Înălțimea filetului	Jocul	Razele de curbură		
șurub		mediu	piuliță						axul filetat	piulița filetată	
exterior	interior		exterior	interior							
d	d_1	d_2	D	D_1	z	p	t_1	$2a$	r	r_1'	r'
9	6,460	7,730	9,254	6,714	10	2,540	1,270	0,254	0,606	0,650	0,561
10	7,460	8,730	10,254	7,714							
20	16,825	18,412	20,318	17,142							
22	18,825	20,412	22,318	19,142							
24	20,825	22,412	24,318	21,142							
28	24,825	26,412	28,318	25,142	8	3,175	1,588	0,318	0,757	0,813	0,702
30	26,825	28,412	30,318	27,142							
32	28,825	30,412	32,318	29,142							
36	32,825	34,412	36,318	33,142							
40	35,767	37,883	40,423	36,190							
44	39,767	44,883	44,423	40,190							
48	43,767	45,883	48,423	44,190							
52	47,767	49,883	52,423	48,190	6	4,233	2,177	0,423	1,010	1,084	1,936
55	50,767	52,883	55,423	51,190							
60	55,767	57,883	60,423	56,190							
65	60,767	62,883	65,423	61,190							
70	65,767	67,883	70,423	66,190							
75	70,767	72,883	75,423	71,190							
80	75,767	77,883	80,423	76,190							
90	85,767	87,883	90 423	86,190							
100	95,767	97,883	100,423	96,190							

Pentru a putea fi folosită filiera se fixează în clupă (port-filieră).

La introducerea filierei în clupă trebuie să se țină seama de următoarele reguli:

— filiera trebuie să fie bine curățată pentru a asigura așezarea ei corectă în clupă;

— șuruburile de strîngere ale clupei trebuie să intre în adînciturile de pe suprafața laterală a filierei.

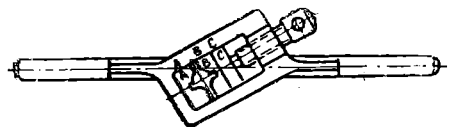


Fig. 272. Clupă cu cadrul oblic.

Filiera formată din două jumătăți (cu fălci) se fixează într-o clupă oblică (fig. 272). Avantajul acestei filiere constă în aceea că la tăierea filetului fălcile sînt reglabile, iar șlefuirea și ascuțirea lor este mai simplă decît la filierele nesecționate.

Înainte de filetarea cu filiera, piesa se strunjește la dimensiunea cerută. Dacă diametrul este mai mic, nu se va obține un filet cu spirele ascuțite. Dacă diametrul este mai mare, cantitatea de material de așchiat este prea mare, iar filetul se știrbește. La tăierea filetului materialul se umflă puțin și de aceea este bine cu diametrul să fie strunjit mai mic cu 1/10 din pasul filetului.

Filetul tăiat cu filiera secționată este mai curat, însă productivitatea acestei filiere este mică, deoarece trebuie să se lucreze în mai multe faze. Clupa se ține perpendicular pe axa piesei de filetat.

La începerea tăierii filetului clupa trebuie sprijinită cu pinola păpușii mobile. Prin aceasta filiera se menține perpendiculară pe materialul teșit în prealabil la 45°. Se recomandă ca înainte de pornirea mașinii să se taie două, trei spire prin rotirea universalului cu mîna și după aceea să se pornească strungul. Mînerul clupei se reazemă de partea superioară a saniei. În timpul filetării trebuie asigurată răcirea și ungerea filierei și a piesei.

Ca lichid de răcire, la filetarea pieselor din oțel nealiat, se folosește uleiul, la cele din oțeluri aliate — terebentină, iar la cele din aluminiu tot ulei. Fonta cenușie și aliajele de magneziu se filetează fără răcire.

Filierele obişnuite se confecţionează, conform STAS 1160-50 în următoarele execuţii:

Filet metric normal	M1 — M52
Filet metric fin 1	M1 — M52
Filet metric fin 2	M6 — M52
Filet metric fin 3	M8 — M52
Filet metric fin 4	M9 — M52
Filet în ţoli normal (Whitworth)	3/16″ — G1/2″
Filet în ţoli pentru ţevi (Whitworth)	G1/8″ — 2″

Materialul filierelor poate fi oţel carbon sau oţel aliat.

Filierele se ascut la polizoare speciale.

Filetarea exterioară cu cuţite pentru filetare. Cu ajutorul cuţitului pentru filetare se taie un filet neted şi precis, însă productivitatea filetării cu cuţitul pentru filet este mică. Avantajul filetării cu cuţitul constă în aceea că se pot executa filete precise. Forma cuţitului este simplă şi el poate fi întrebuinţat bine la filetarea tarozilor, calibrelor, la tăierea filetelor de diametre mari, lungi şi de execuţie specială. Întrucît cuţitul lucrează pe o suprafaţă cilindrică, coaxialitatea se poate asigura uşor.

Corpul cuţitului poate fi de secţiune dreptunghiulară, pătrată sau circulară. La filetarea de precizie este necesar ca *forma geometrică a tăişului cuţitului să corespundă exact secţiunii filetului şi vîrful cuţitului să fie astfel format, încît să se potrivească bine cu pasul filetului respectiv* (fig. 273).

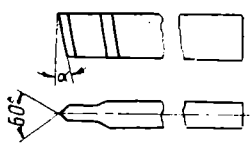


Fig. 273. Cuţit pentru filet metric.

Teoretic, la tăierea filetului metric, cu cuţitul de 60°, poate fi tăiat orice filet. Precum se vede din tabela 39 raza de rotunjire a vîrfului se modifică în funcţie de adîncimea filetului, avînd valoarea: $r \approx t/8$. La filetarea de precizie se folosesc cuţite speciale pentru fiecare pas de filet. Forma unghiului tăişurilor cuţitului se controlează cu un şablon.

Unghiul de aşezare α al cuţitului este de 12—15°. Unghiul de degajare γ la finisare este de 0°, iar la degroşare se folosesc cuţite cu unghiurile de degajare valabile pentru strunjirea de degroşare a pieselor cilindrice.

Obţinerea unghiurilor cuţitului pentru filetare necesită mult timp. Cuţitele profilate pentru filetare (fig. 274) nu-şi pierd parametrii prin ascuţirea pe faţa de degajare. Partea tocită se îndepărtează prin polizare, ceea ce face ca profilul să fie păstrat.

Piepteni pentru filetare. Filetul triunghiular exterior şi interior poate fi executat cu ajutorul pieptenilor pentru filetare

(fig. 275). Pieptenele este o sculă care se compune din cîteva cuţite aşezate unul lîngă altul (de la 2 la 8) şi care formează un corp comun. Acesta este executat astfel, încît fiecare cuţit taie puţin mai adînc decît cel dinaintea acestuia. Ultimele cuţite au profilul complet al filetului şi servesc pentru finisare şi calibrare. Pieptenii se fixează în suporturi speciale şi se aşază exact la înălţimea vîrfurilor strungului.

Pieptenii se întrebuinţează la filetarea pieselor în serie şi la filetarea metalelor neferoase.

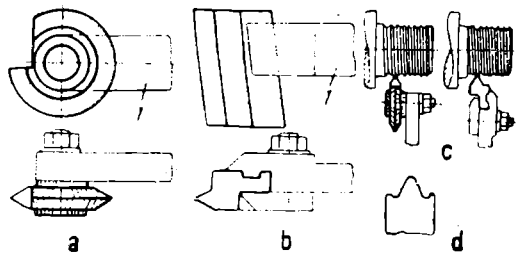


Fig. 274. Cuţite profilate pentru filetare:
a — cuţit profilat disc; *b* — cuţit profilat prismatic; *c* — portcuţite cu cuţite profilate de filetare în poziţie de lucru; *d* — cuţit de filetare profilat cu prag; *1* portcuţit.

Regulile filetării exterioare. Cuţitul de filetare corect confecţionat se aşază exact la înălţimea vîrfurilor strungului. Centrul cuţitului disc pentru filetare se va ridica mai sus după cum se arată la cuţitele profilate (fig. 276).

Axa capului cuţitului se aşază cu ajutorul unui şablon perpendicular la axa piesei. Apoi se execută degajarea filetului.

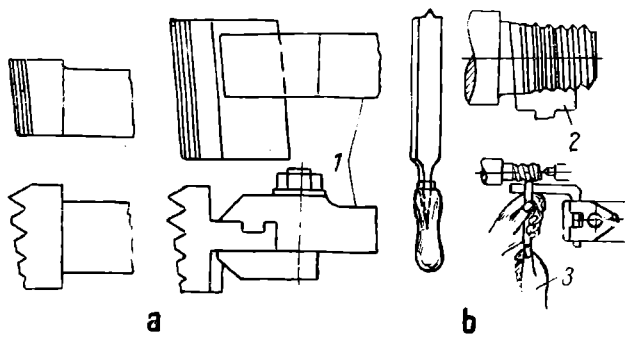


Fig. 275. Pieptenii pentru tăierea filetului triunghiular:
a — pieptene pentru filetare; *b* — pieptene pentru filetare manuală; *1* — portcuţit; *2* — pieptene de filetare în poziţie de lucru; *3* — pieptene de filetare manual în poziţie de lucru.

După prima aşchie se verifică pasul cu ajutorul unui şablon pieptene. Exactitatea pasului filetului depinde de precizia şurubului conducător al strungului şi de aranjarea roţilor de schimb.

Se recomandă ca la degroşare să se ia o aşchie cît mai groasă. Se va evita aşchierea de degroşare cu ambele tăişuri ale cuţitului deodată, deoarece se poate produce griparea cuţitului (fig. 277). Spre a evita aceasta, după fiecare aşchie se readuce cuţitul în

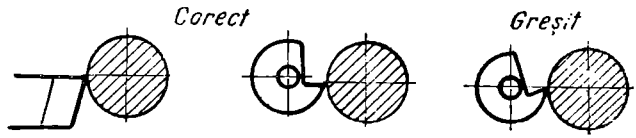


Fig. 276. Aşezarea cuţitului la centru.

poziţia sa de plecare şi se deplasează nu numai în direcţia axială *a*, ci şi în direcţia transversală *b*. În acest caz, în procesul de aşchiere aşchiază numai un singur tăiş. Unghiul de degajare va fi $\gamma = 5 \ldots 20°$, în funcţie de materialul prelucrat.

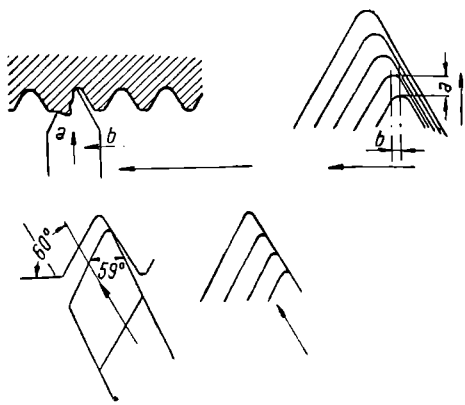


Fig. 277. Filetarea de degroşare.

În schimb *la filetarea de finisare, profilul filetului trebuie prelucrat simultan pe ambele feţe*. Se va urmări obţinerea unei suprafeţe perfect netede. În acest scop cuţitul va fi ascuţit foarte

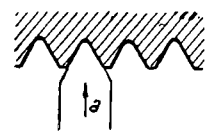


Fig. 278. Finisarea filetului.

fin şi şlefuit cu o piatră de mînă. Grosimea aşchiei la finisare va fi cît mai mică. Aşchia se ia transversal (fig. 278).

Filetarea rapidă. După fiecare trecere cuţitul trebuie scos din filet şi sania trebuie readusă în poziţia iniţială. Scopul acestor manipulări constă în aducerea cuţitului în aceeaşi poziţie în care a început filetarea. La filetarea şuruburilor scurte acest lucru se obţine prin inversarea mişcării maşinii, eventual cu turaţie mai mare. În acest caz nu se decuplează piuliţa şurubului conducător.

La filetarea şuruburilor lungi această operaţie duce la pierderi de timp şi pentru evitarea lor se decuplează piuliţa şurubului conducător şi sania se readuce manual în poziţia iniţială. Cuţitul începe aşchierea chiar în punctul de unde s-a început filetarea, *dacă pasul filetului tăiat este multiplul pasului şurubului conducător, sau este divizorul acestuia.* De exemplu, la un şurub conducător cu pasul de 10 mm se poate readuce sania manual, dacă pasul filetului de tăiat este de 10, 5, 2,5, 1,25, 1, 0,5 mm.

Dacă şurubul conducător este dat în paşi pe ţol, atunci sania poate fi readusă manual în poziţie iniţială cînd numărul de paşi pe un ţol al piesei filetate este un multiplu întreg al numărului de paşi al şurubului conducător. Astfel, de exemplu, dacă şurubul conducător are un filet cu 4 paşi pe ţol, atunci sania se readuce manual dacă filetul ce trebuie tăiat are un număr de 4, 8, 12, 16, 20, 24 paşi pe un ţol.

Metoda nu poate fi aplicată dacă şurubul conducător are filet metric, iar filetul de tăiat este dat în ţoli. Acelaşi lucru este valabil şi în caz invers.

Filetarea interioară. Filetele interioare se pot executa cu următoarele scule: cu tarodul, cu cuţitul pentru filetare, cu piepteni pentru filetare.

În toate cele trei cazuri filetul se taie în interiorul unei piese cu gaura dinainte executată (prin găurire sau strunjire).

Filetarea cu tarozi. Filetele interioare de dimensiuni mici şi cu o precizie nu prea mare se execută cu tarodul. Tarodul reprezintă un şurub cu cîteva canale în lungul său care formează tăişuri şi servesc totodată pentru evacuarea aşchiilor.

Pentru *filetarea manuală* la strung se foloseşte o garnitură de tarozi, compusă de obicei din trei bucăţi (fig. 279), cu care se filetează pe rînd gaura care urmează să fie filetată. Primul şi al doilea tarod degroşează filetul, iar cel de-al treilea curăţă filetul, dîndu-i dimensiunile şi forma definitivă.

Tarozii sînt astfel construiţi, ca partea conică de vîrf (conul de atac) să aşchieze, iar partea cilindrică să conducă tarodul şi în acelaşi timp să şi finiseze filetul. Tarozii pentru găurile cu fund au partea conică mai scurtă, cu conicitatea de 20—50°. La găurile străpunse partea conică este mai lungă, avînd conicitatea de 10—40°.

Pentru filetarea pieselor din oţel dur, din fontă, din bronz rigid şi casant, unghiul de degajare se ia $\gamma = 3 \ldots 8°$; pentru

piese din oţel moale, din cupru şi din alamă se ia $\gamma = 8 \ldots 15°$. Acest unghi se poate realiza folosind un tarod cu patru canale. Pentru piese din metale uşoare $\gamma = 20 \ldots 30°$ şi tarozii cu trei canale.

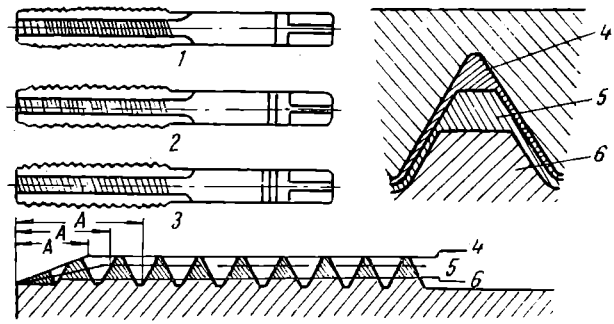


Fig. 279. Garnitura de tarozi:
1 — tarod de degroşare; *2* — tarod de semifinisare; *3* — tarod de finisare; *4* — profil după finisare; *5* — profil după semifinisare; *6* — profil după degroşare; *A* — intrarea filetului.

Există tarozi cu care filetarea se poate executa într-o singură trecere datorită formei speciale a tăişurilor. Aceşti tarozi se folosesc pentru filetarea piuliţelor şi a găurilor străpunse scurte.

La *filetarea cu maşina* coada tarodului este lungă şi se pot fileta mai multe piuliţe în continuare fără a-l scoate din maşină.

Înainte de filetare piesa se găureşte cu burghiul. De alegerea justă a diametrului burghiului depinde calitatea filetului tăiat cu tarodul. Dacă burghiul este prea mare, atunci şi gaura este prea mare şi filetul tăiat nu va avea vîrf. Dacă burghiul este prea mic, atunci şi gaura fiind mică, tarodul trebuie să aşchieze o cantitate mai mare de material, este suprasolicitat şi se va putea rupe.

Diametrul burghiului pentru executarea găurii depinde de materialul de prelucrat. Există materiale care se umflă mult la filetare şi intră în canalele tarodului. Asemenea materiale sînt: oţelul turnat, fonta maleabilă, unele aliaje de aluminiu şi materialele plastice.

Metalele care nu se umflă sînt: fonta cenuşie, unele bronzuri, alama, aliajele casante de cupru, cîteva aliaje de alu-

miniu. Pentru alegerea raţională a diametrului burghiului se va folosi tabela 43.

Tabela 43. Diametrele nominale ale burghielor pentru găurirea piesei înainte de filetare

Filet metric			Filet în ţoli (Whitworth)		
Dimensiunea filetului	Materiale care se umflă puţin	Materiale care se umflă mult	Dimensiunea filetului în ţoli	Materiale care se umflă puţin	Materiale care se umflă mult
M 6	4,90	5,00	1/4	5,00	5,10
M 8	6,60	6,70	5/16	6,40	6,50
M 10	8,20	8,40	3/8	7,70	7,90
M 12	9 90	10 00	7/16	9,10	9 25
M 14	11,50	11,75			
M 16	13 50	13,75	1/2	10,25	10,50
M 18	15,00	15,25			
M 20	17,00	17.25	5/8	13 25	13,50
M 22	19,00	19 25	3/4	16,25	16,50
M 24	20 50	20 50	7/8	19,00	19,25
M 27	23,50	23 50	1	21,75	22,00
M 30	25,75	26,00	1 1/8	24,50	24,75
M 33	29 00	29 00	1 1/4	27,50	27,75
M 36	31,25	31,50	1 3/8	30 00	30 50
M 39	34 25	34,50	1 1/2	33 00	33,50
M 42	36,75	37,00	1 5/8	35,00	35,50
M 45	39,75	40 00	1 3/4	38,50	39,00
M 48	42 00	42 25	1 7/8	41 00	41,50
M 52	46,00	46,25	2	44,00	44,50

Următoarele materiale se umflă puţin: fonta cenuşie, bronzul, alama, unele aliaje de aluminiu şi de cupru.

Următoarele materiale se umflă mult: oţelul, oţelul turnat, fonta maleabilă, unele aliaje de aluminiu, materialele plastice

La tăierea filetului fin, diametrul găurii este egal cu diametrul filetului.

Înaintea începerii filetării gaura dinainte executată va fi adîncită pe ambele părţi sub un unghi de 120°.

Pentru ca primele spire ale tarodului să fie tăiate corect trebuie ca tarodul să fie apăsat de vîrful păpuşii mobile. În acest scop rotind roata de mînă a păpuşii mobile se apasă tarodul în gaură, apoi păpuşa mobilă se deplasează potrivit cu avansarea tarodului.

Filetarea corectă la strung cu tarodul este arătată în fig. 280.

Filetarea interioară cu cuţitul de filetat. Forma cuţitului pentru filetarea interioară este arătată în fig. 281. Corpul cuţi-

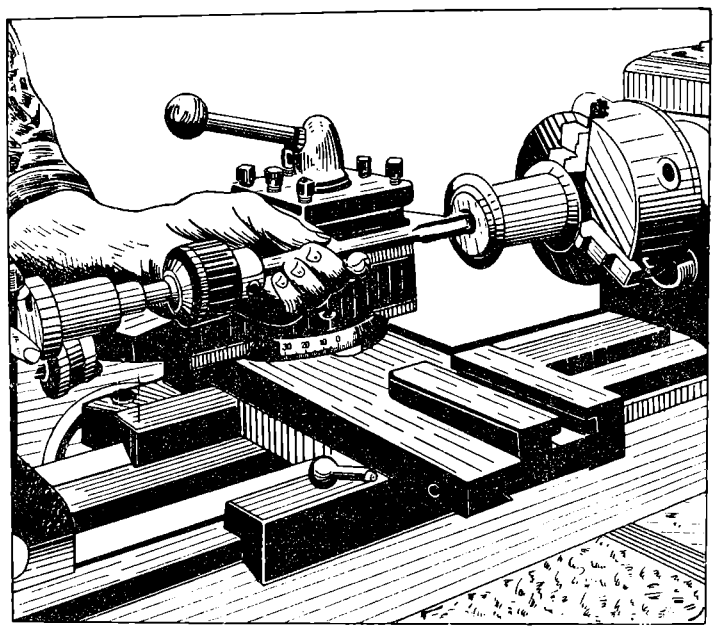


Fig. 280. Filetare interioară cu tarodul, la strung.

tului este de obicei de secţiune circulară. Pentru filetarea găurilor străpunse se pot folosi şi bare portcuţit cu cuţite de schimb.

De aşezarea corectă a cuţitului depinde forma şi calitatea filetului tăiat. Aşezarea cuţitului se face cu ajutorul şablonului aşa cum se indică pe fig. 282. Pentru reglarea cuţitului la filetarea fină se va folosi un microscop de strung.

La filetarea găurilor cu fund, înainte de începerea filetării, se însemnează pe cuţit adîncimea găurii. Pentru scoaterea cuţitului de filetare din piesă, la filetarea interioară şi mai cu seamă în cazul găurilor cu fund, se strunjeşte o degajare.

Filetarea interioară cu piepteni de filetat. Utilizarea pieptenilor la filetarea interioară prezintă aceleaşi avantaje ca şi în cazul filetării exterioare. Pentru filetarea interioară se pot folosi cu bune rezultate şi pieptenii disc (fig. 283).

La folosirea cuţitelor pentru filetare interioară trebuie avut în vedere ca sensul pasului sculei să fie identic cu sensul pasului filetului: dacă se taie filet pe dreapta, atunci şi cuţitul să aibă

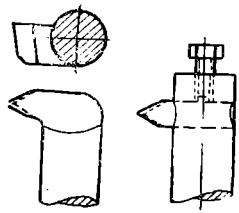


Fig. 281. Cuţite pentru filetare interioară.

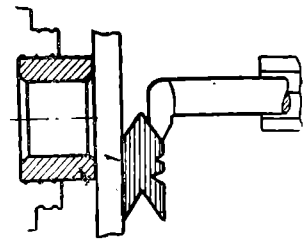


Fig. 282. Potrivirea cuţitului pentru filetare interioară cu ajutorul şablonului:
1 — riglă paralelă.

dinţii pe dreapta; la filetarea pe stînga şi cuţitul trebuie să aibă dinţii pe stînga.

Tăierea filetului dreptunghiular. Uneori, şuruburile care transmit mişcarea sînt prevăzute cu filet dreptunghiular. Acest filet poate fi cu unul sau mai multe începuturi. Unghiul de pantă al elicei este de obicei mult mai mare la filetul dreptunghiular decît la cel triunghiular. Din acest motiv executarea

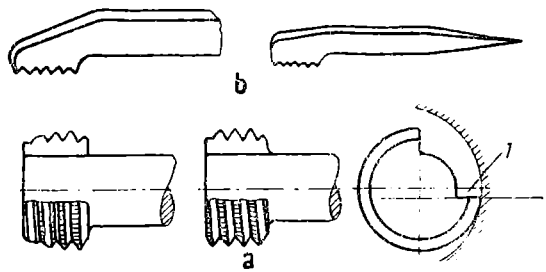


Fig. 283. Piepteni pentru filetare interioară:
a — pieptene disc; b — pieptene drept.

filetului dreptunghiular prezintă unele dificultăţi. Feţele de aşezare laterale ale cuţitului trebuie să fie înclinate spre interior, pentru ca ele să nu frece pe flancurile filetului. Cu cît unghiul de pantă al elicei este mai mare, cu atît feţele de aşezare laterale ale cuţitului trebuie să fie mai înclinate spre interior. Aşadar, pentru fiecare unghi de pantă al filetului, trebuie să se folosească un cuţit special.

Tăierea filetului dreptunghiular se face fie cu un singur cuțit, care să aşchieze întreaga lățime a golului filetului, fie cu mai multe cuțite.

Filetul dreptunghiular cu pas mic, de precizie redusă, poate fi executat cu un singur cuțit care are lățimea egală cu lățimea golului filetului (fig. 284). Filetul dreptunghiular cu pas mare şi precis trebuie degroşat cu un cuțit îngust de degroşare şi apoi trebuie finisat cu un cuțit de lățime egală cu cea a golului filetului. În cazul filetelor cu mai multe începuturi, pasul p se împarte la numărul începuturilor şi astfel se obține distanța între două spire (un gol şi un plin) de filet. Jumătatea acesteia este lățimea cuțitului.

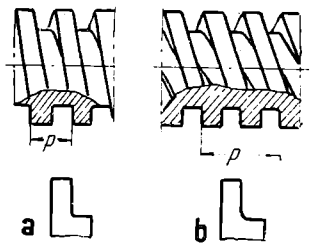


Fig. 284. Tăierea filetului dreptunghiular:
a — filet cu un început;
b — filet cu două începuturi.

Tăierea filetului trapezoidal. Filetul trapezoidal are profilul în formă de trapez cu unghiul între laturile neparalele egale cu 30°. Înclinarea flancurilor profilului profilului uşurează ieşirea aşchiei şi permite ca filetul trapezoidal să fie executat mai precis şi cu o suprafață de calitate mai bună decît filetul dreptunghiular.

Filetul trapezoidal cu unghi de pantă mare se execută cu cuțite cu fețele de aşezare laterale înclinate spre interior, ca şi filetul dreptunghiular. Metodele de fixare a cuțitelor, avantajele şi dezavantajele lor sînt aceleaşi la ambele tipuri de filete.

În funcție de dimensiunile, precizia şi netezimea suprafeței, filetul trapezoidal poate fi executat cu unul, două şi trei cuțite. Filetul cu pas mic şi neprecis poate fi executat cu un singur cuțit cu profilul părții tăietoare corespunzător profilului filetului. Filetul cu pas mare şi precis se execută cu două sau trei cuțite. Mai întîi filetul se degroşează pe toată adîncimea lui cu un cuțit pentru canelare avînd lățimea egală cu lățimea golului la fundul filetului (fig. 285). După aceea, cu ajutorul unui cuțit trapezoidal, cu tăişul ceva mai îngust decît lățimea filetului de executat, se execută mai întîi flancul drept, apoi flancul stîng al filetului şi numai după aceea se finisează profilul cu un cuțit trapezoidal normal.

Filetul trapezoidal interior se execută după aceleaşi reguli. Adîncimea exactă a filetului piuliței se obține prin strunjirea pe suprafața frontală a piuliței, pe lungimea de 1 mm, a dimensiunii exterioare (a adîncimii) a şurubului. Acest adaos se înlătură

prin strunjire după executarea filetului. Pentru aceasta însă este necesar ca piuliţa sau piesa de filetat să fie mai lungă cu 1 mm.

Tăierea filetului ferăstrău şi a celui rotund se începe tot prin degroşare. Finisarea se face cu cuţite profilate, corespunzătoare profilelor filetelor.

Tăierea filetului cu pas mare. După cum s-a mai arătat, filetul se formează prin rotirea axului principal şi avansarea uni-

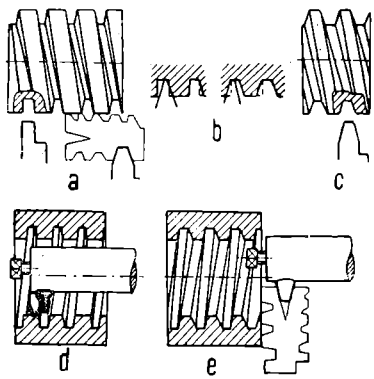


Fig. 285. Tăierea filetului trapezoidal:
a — degrosarea filetului exterior; *b* — degroşare laterală dreaptă şi stîngă; *c* — finisare; *d* — degroşarea filetului interior; *e* — finisarea filetului interior.

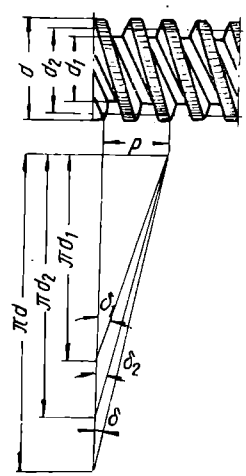


Fig. 286. Unghiul de pantă al filetului.

formă a cuţitului, adică la o rotire a piesei şi un avans uniform al cuţitului se formează în jurul piesei o elice. Elicele corespunzătoare diametrelor exterior d, mediu d_2 şi interior d_1 (fig. 286) nu sînt identice, precum şi nici unghiurile de pantă δ, δ_1, δ_2 nu sînt identice. La acelaşi pas, cu cît diametrul este mai mare cu atît unghiul de pantă este mai mic.

Din cele arătate se constată că unghiul de pantă influenţează mult filetarea. Determinarea unghiului de pantă δ_2 al diametrului mediu al unui filet cu pasul mic, este suficientă pentru filetare. Pentru un pas mare, însă, cuţitul trebuie ascuţit astfel, încît feţele laterale ale acestuia să fie mai înclinate spre interior. În cazul strunjirii unei degajări normale este suficient un unghi de aşezare secundar de 3° (fig. 287). Flancul unui filet cu pasul mare este orientat oblic corespunzînd valorii unghiului

de pantă. Pentru ca cuțitul să poată aşchia şi cu partea laterală din stînga, unghiul de aşezare secundar (lateral) trebuie să fie mai mare. Mărimea lui va fi $3°+\delta_2$. La filetele triunghiulare, de obicei, nu este nevoie de acest lucru. La filetele trapezoidale unghiul de aşezare lateral va fi de 10—12°.

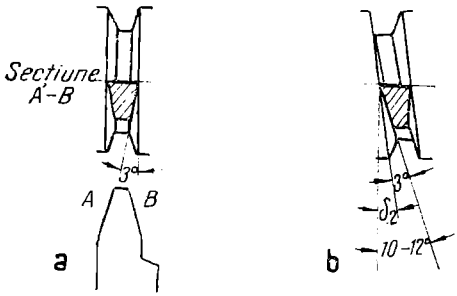


Fig. 287. Forma degajării la strunjirea perpendiculară şi oblică:
a — canelarea perpendiculară; *b* — filet oblic.

Se obţine uşor un unghi de aşezare corespunzător şi o aşchiere corectă dacă se foloseşte un cuţit cu corpul de

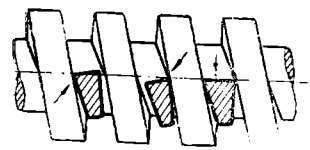


Fig. 288. Tăierea filetului cu modificarea poziției cuțitului.

secţiune rotundă. Cuţitul se roteşte pînă se obţine unghiul de aşezare necesar. Cuţitul se fixează pe un adaos prismatic. Astfel de cuţite se folosesc numai pentru degroşare. Un filet precis se obţine în cazul cînd filetarea se execută în trei etape (fig. 288), adică cu trei cuţite.

CALCULUL ROŢILOR DE SCHIMB

Prima condiţie a unei filetări corecte este coordonarea perfectă a mişcării axului principal şi a şurubului conducător. Pentru tăierea filetelor standardizate strungurile moderne au o tabelă din care rezultă roţile de schimb, corespunzătoare filetului de executat, precum şi poziţia manetelor. Cu toate acestea strungarul trebuie să cunoască calculul roţilor de schimb, pentru că de multe ori el trebuie să taie un filet care nu figurează în tabelă, sau strungul respectiv s-ar putea să nu aibă tabelă de filete.

Pentru calculul roţilor de schimb este necesară, în primul rînd, cunoaşterea perfectă a operaţiilor cu fracţiile ordinare. Raportul între filetul de tăiat şi filetul şurubului conducător este reprezentat printr-o fracţie, care trebuie să fie simplificată.

transformată sau amplificată pînă cînd se obţine numărul de dinţi al roţilor de schimb, fără ca valoarea fracţiei iniţiale să se schimbe.

Notaţiile folosite la calculul roţilor de schimb pentru filetare sînt următoarele:

i este raportul de transmitere;
n_p — turaţia piesei;
n_P — turaţia şurubului conducător;
p — pasul filetului piesei;
P — pasul filetului şurubului conducător.

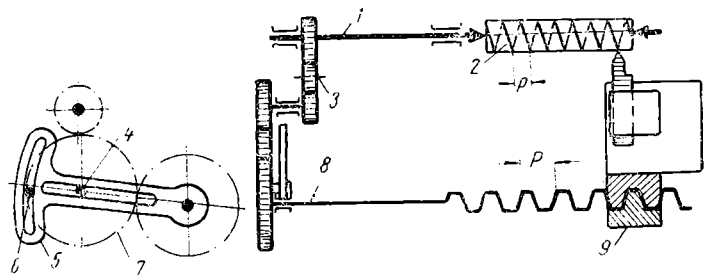


Fig. 289. Cuplarea axului principal cu şurubul conducător prin roţi de schimb:

1 — axul principal; *2* — piesa; *3* — lira de inversare; *4* — fusul lirei; *5* — lira roţilor de schimb; *6* — şurubul de fixare al furcii; *7* — roata intermediară; *8* — şurubul conducător; *9* — piuliţa secţionată.

În fig. 289 este arătată schema transmiterii mişcării de la axul principal la şurubul conducător.

Transmiterea mişcării poate fi realizată printr-un angrenaj simplu, dublu, sau triplu; la angrenajul simplu se utilizează două roţi dinţate, la cel dublu patru, iar la cel triplu şase roţi. Raportul de transmitere de la angrenajul simplu poate fi cel mult 1 : 5.

Pentru roţile de schimb necesare tăierii filetului, în cazul cînd se foloseşte un angrenaj simplu:

Z_1 este numărul de dinţi de pe roata dinţată conducătoare;
Z_2 — numărul de dinţi de pe roata dinţată condusă.

În cazul cînd se foloseşte un angrenaj dublu:

Z_1 este numărul de dinţi de pe prima roată dinţată conducătoare;

Z_2 — numărul de dinţi de pe prima roată dinţată condusă;

Z_3 — numărul de dinţi de pe a doua roată dinţată conducătoare;

Z_4 — numărul de dinţi de pe a doua roată dinţată condusă.

În cazul cînd se foloseşte un angrenaj triplu, se adaugă încă două roţi dinţate faţă de angrenajul dublu:

Z_5 este numărul de dinţi de pe a treia roată dinţată conducătoare;

Z_6 — numărul de dinţi de pe a treia roată dinţată condusă.

La calcularea roţilor de schimb se porneşte de la premisa că la o rotire a piesei cuţitul trebuie să se deplaseze cu o distanţă egală cu pasul filetului de tăiat p, dar la o rotire a şurubului conducător căruciorul se deplasează cu o distanţă egală cu pasul filetului şurubului conducător P. Dacă, de exemplu, pasul filetului de tăiat $p=3$ mm, iar pasul şurubului conducător $P=6$ mm, atunci în timpul unei jumătăţi de rotire a şurubului conducător se poate tăia tocmai un pas al filetului (fig. 290).

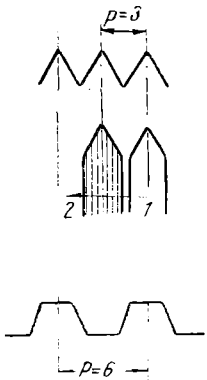


Fig. 290. Raportul paşilor de filet.

De aici rezultă că între pasul filetului de tăiat p şi turaţia piesei n_p, pe de o parte, şi pasul P şi turaţia n ale şurubului conducător, pe de altă parte, există relaţia $n_p \cdot p = n_p \cdot P$.

Prin urmare, turaţia piesei de filetat înmulţită cu pasul filetului este egală cu turaţia şurubului conducător înmulţită cu pasul filetului lui.

Această egalitate se mai poate scrie sub formă de proporţie

$$\frac{p}{P} = \frac{n_P}{n_p}.$$

După cum se vede raportul dintre paşii filetelor este egal cu raportul de transmitere i. În exemplul de mai sus s-a văzut că în timpul unei rotaţii a piesei, şurubul conducător face o jumătate de rotaţie. Raportul de transmitere va fi deci

$$i = \frac{p}{P} = \frac{3}{6} = \frac{n_P}{n_p} = \frac{1}{2}.$$

Aceasta înseamnă că şi raportul numărului de dinţi al roţilor de schimb este acelaşi, adică 1 : 2. Dacă, de exemplu, se

montează pe axul principal o roată cu 30 de dinţi, atunci pe şurubul conducător trebuie să se monteze o roată dinţată cu $2 \times 30 = 60$ de dinţi.

Formula de bază a calculului roţilor de schimb este următoarea:

$$i = \frac{p}{P} = \frac{Z_1}{Z_2}.$$

Deci, raportul de transmitere al unui angrenaj este:

$$\frac{\text{pasul filetului de tăiat}}{\text{pasul şurubului conducător}} = \frac{\text{numărul de dinţi al roţii conducătoare}}{\text{numărul de dinţi al roţii conduse}} = \frac{\text{turaţia roţii conduse}}{\text{turaţia roţii conducătoare}}.$$

Dacă roţile nu se angrenează din motive constructive, atunci angrenarea se realizează printr-o roată intermediară. Numărul dinţilor roţii intermediare poate fi oricare, deoarece ea nu influenţează raportul de transmitere.

Montarea roţilor dinţate trebuie să se facă cu atenţie. Între fundul dintelui unei roţi şi capul dintelui roţii angrenate trebuie să fie lăsată o distanţă (fig. 291), care însă nu poate fi prea mare, deoarece ar lucra numai capetele dinţilor şi aceasta ar duce la uzarea neuniformă şi chiar la ruperea lor.

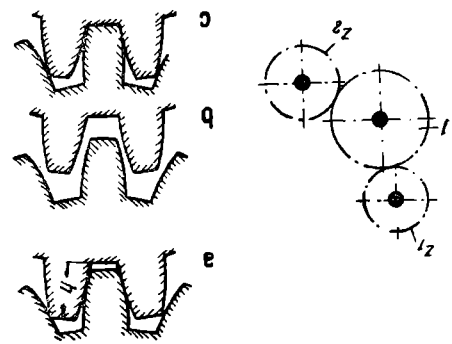


Fig. 291. Angrenarea roţilor de schimb: *a* — corect; *b* — greşit (dinţii se cuplează prea larg); *c* — greşit (dinţii se cuplează prea strîns); *1* — roată intermediară.

Calculul roţilor de schimb cînd filetul de tăiat şi şurubul conducător au pasul metric. Pasul şurubului conducător este de 3; 6; 12 sau 24 mm. Numărul dinţilor roţilor de schimb este de 20; 25; 30; 35 şi se măreşte din 5 în 5 dinţi pînă la 125. Afară de aceste roţi mai există şi o roată cu 127 de dinţi. Garniturile mai cuprind cîteodată şi roţi cu 97 şi 47 de dinţi. La

tăierea filetelor de mare precizie este nevoie neapărat şi de roţi cu 71 şi 113 dinţi.

În cele ce urmează se presupune că raportul de transmitere al cutiei de viteze este de 1 : 1.

Formula de calcul a roţilor de schimb pentru angrenajul simplu este

$$i = \frac{p}{P} = \frac{Z_1}{Z_2},$$

pentru angrenajul dublu

$$i = \frac{p}{P} = \frac{Z_1}{Z_2}\,\frac{Z_3}{Z_4}.$$

iar pentru angrenajul triplu

$$i = \frac{p}{P} = \frac{Z_1}{Z_2}\,\frac{Z_3}{Z_4}\,\frac{Z_5}{Z_6}.$$

Exemplu: Să se taie un filet cu pasul p=3 mm. Pasul şurubului conducător P=12 mm. Să se calculeze roţile de schimb Z_1 şi Z_2

$$i = \frac{p}{P} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{3}{12};$$

dacă fracţia se înmulţeşte cu 10 se obţine

$$i = \frac{\text{roata conducătoare}}{\text{roata condusă}} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{3 \times 10}{12 \times 10} = \frac{30}{120}$$

Cele două roţi nu se pot cupla direct, şi între ele se intercalează o roată intermediară cu 60 de dinţi.

Calculele roţilor de schimb se verifică cu ajutorul formulei de calcul a pasului filetului de tăiat:

$$p = \frac{Z_1}{Z_2}\,P \text{ sau } p = \frac{Z_1}{Z_2}\,\frac{Z_3}{Z_4}\,P.$$

Introducînd datele în formulă se obţine

$$p = \frac{Z_1}{Z_2}\,P = \frac{30}{120} \times 12 = 3 \text{ mm}.$$

Exemplu: Se va tăia un filet cu pasul p=4,5 mm. Pasul şurubului conducător P=12 mm. Trebuie să se afle Z_1, Z_2, Z_3, Z_4.

$$i = \frac{\text{roţi conducătoare}}{\text{roţi conduse}} = \frac{Z_1}{Z_2}\,\frac{Z_3}{Z_4} = \frac{4,5}{12} = \frac{45}{120}$$

Se descompune numărătorul și numitorul în factori primi

$i = \frac{5 \times 9}{3 \times 4 \times 10}$ și se simplifică fracția cu 3 și cu 5

$i = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}$, apoi înmulțind prima fracție cu 50 și pe a doua cu 20 se obține

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{1 \times 50}{2 \times 50} \cdot \frac{3 \times 20}{4 \times 20} = \frac{50}{100} \cdot \frac{60}{80}.$$

Pentru o bună angrenare a roților de schimb, la calcularea lor trebuie să se țină cont de următoarele reguli generale:

— în cazul angrenajului dublu, roțile de schimb vor fi alese cu cel mai mare număr de dinți din garnitura cu care este înzestrat strungul.

— pentru ca roțile să angreneze, trebuie ca $Z_1 + Z_2 \geqslant Z_3 + 25$ și $Z_3 + Z_4 \geqslant Z_2 + 25$[1]). În cazul angrenajului triplu, numărul de dinți al roților Z_3 și Z_4 trebuie să fie mai mare cu cel puțin cinci dinți decît numărul de dinți al roților Z_2 și Z_5.

Se va verifica acum dacă, pentru exemplul analizat, roțile au fost bine calculate

$$p = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} P = \frac{50}{80} \cdot \frac{65}{100} 12 = \frac{3}{8} \times 12 = 4{,}5 \text{ mm}.$$

Apoi se verifică dacă condițiile unei bune cuplări a roților de schimb sînt satisfăcute.

Prima condiție	A doua condiție
$Z_1 + Z_2 > Z_3 + 25$	$Z_3 + Z_4 > Z_2 + 25$
$50 + 80 > 60 + 25$	$60 + 100 > 80 + 25$

Se constată fără greutate că roțile astfel dispuse îndeplinesc cele două condiții pentru o bună cuplare, adică $Z_1 + Z_2$ este mai mare cu 70 de dinți decît Z_3, iar $Z_3 + Z_4$ este mai mare cu 80 de dinți decît Z_2. Dat fiind că diferența trebuie să fie de minimum 25 dinți, roțile calculate vor putea angrena.

În cazul cînd condiția nu este satisfăcută, se pot schimba între ele roțile conduse sau cele conducătoare, însă nu pot fi schimbate între ele roțile conduse cu cele conducătoare.

---

[1]) Semnul $>$ între două valori arată că valoarea din stînga semnului este mai mare decît valoarea din dreapta semnului. Semnul $\geqslant$ între două valori arată că valoarea din stînga semnului este mai mare, sau cel puțin egală cu valoarea din dreapta semnului.

Calculul roţilor de schimb cînd pasul filetului de tăiat şi pasul şurubului conducător sînt daţi în ţoli sau în paşi pe ţol.

La multe strunguri, mai ales la cele de construcţie veche, şurubul conducător are filetul în ţoli sau în paşi pe ţol.

Se pot distinge două cazuri, după cum pentru filetul de executat se dă pasul p în ţoli sau numărul s de paşi pe ţol:

Cazul 1: Atît filetul şurubului conducător cît şi filetul de executat au pasul dat în ţoli.

Metoda de calcul este aceeaşi ca şi în cazul precedent.

Pentru o bună înţelegere se va lua exemplul următor:

Exemplu: Să se taie un filet cu pasul $p=\frac{1''}{18}$; pasul şurubului conducător $P=\frac{1''}{4}$. Să se calculeze roţile de schimb pentru un angrenaj simplu şi pentru unul dublu,

$$i=\frac{p}{P}=\frac{\frac{1}{18}}{\frac{1}{4}}=\frac{1}{18}\,\frac{4}{1}=\frac{4}{18}=\frac{2}{9}.$$

Amplificînd cu 10 fracţia $\frac{2}{9}$, se obţine angrenajul simplu

$$\frac{Z_1}{Z_2}=\frac{2\times 10}{9\times 10}=\frac{20}{90}.$$

Rezultă că se poate tăia filetul cerut şi cu un angrenaj simplu. Se poate totuşi lucra şi cu angrenaj dublu

$$i=\frac{p}{P}=\frac{1}{18}\,\frac{4}{1}=\frac{1}{3}\,\frac{4}{6}=\frac{25}{75}\,\frac{40}{60};$$

ordonînd just roţile, se obţine angrenajul dublu.

Cazul 2: Filetul şurubului conducător are pasul dat în paşi pe ţol, iar filetul de executat este indicat tot în paşi pe ţol.

Între pasul indicat în ţoli p'' şi numărul de paşi pe ţol s la filetul de executat există relaţia $p=\frac{1''}{s}$, iar la şurubul conducător $P=\frac{1''}{S}$.

Cu aceste valori raportul de transmitere devine

$$i=\frac{p}{P}=\frac{S}{s}.$$

Exemplu: Să se taie filetul cu $s=18$ paşi pe ţol. Şurubul conducător are filetul cu $S=5$ paşi pe ţol. În acest caz $p''=\frac{1}{18}$ şi $P''=\frac{1}{5}$.

$$i=\frac{p}{P}=\frac{\frac{1}{18}}{\frac{1}{5}}=\frac{1}{18}\,\frac{5}{1}=\frac{5}{18}=\frac{2,5}{6}\,\frac{2}{3}.$$

Dacă se amplifică prima fracţie cu 10, iar a doua cu 25 se obţine angrenajul dublu

$$i=\frac{2,5\times 10}{6\times 10}\,\frac{2\times 25}{3\times 25}=\frac{25\,50}{60\,75}.$$

Verificarea, în cazul angrenajului dublu, se face cu ajutorul formulei

$$s=\frac{Z_2}{Z_1}\,\frac{Z_4}{Z_3}\,S=\frac{60\,75}{25\,50}\times 5=18 \text{ paşi.}$$

Calculul roţilor de schimb cînd pasul filetului este dat în milimetri, iar pasul şurubului conducător în paşi pe ţol.

Exemplu: Să se taie un filet cu pasul de 1,25 mm. Filetul şurubului conducător are 4 paşi pe ţol. Să se calculeze Z_1 şi Z_2.

Relaţia dintre pasul filetului de tăiat p, în milimetri, şi numărul de paşi s este

$$\frac{1''}{s}=\frac{p_{mm}}{25,4}=\frac{5\,p_{mm}}{127}$$

de unde

$$s=\frac{127}{5\,p_{mm}}.$$

Raportul de transmitere va fi deci

$$i=\frac{S}{s}=\frac{5\,S\,p_{mm}}{127}.$$

În cazul exemplului dat

$$i=\frac{5\times 4\times 1,25}{127}=\frac{25}{127}.$$

Filetul cerut se poate tăia cu un angrenaj simplu.

Verificarea

$$p=\frac{127\,Z_1}{5S\,Z_2}=\frac{127\times 25}{4\times 5\times 127}=\frac{25}{20}=1,25 \text{ mm.}$$

Exemplu: Să se taie filetul cu pasul $p=0,8$ mm. Şurubul conducător are 3 paşi pe ţol.

$$i=\frac{5\,Sp}{127}=\frac{5\times 3\times 0,8}{127}=\frac{12}{127}.$$

Din cauza raportului mare de transmitere filetul nu se poate tăia cu un angrenaj simplu. Se va forma deci un angrenaj dublu

$$\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{12}{127}=\frac{3}{1}\frac{4}{127}=\frac{30}{10}\frac{4}{127}=\frac{5\times6\times4}{10\times127}=\frac{6}{10}\frac{20}{127}=\frac{60}{100}\frac{20}{127}.$$

Ordonînd roţile pentru o mai bună cuplare

$$\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{20}{100}\frac{60}{127}.$$

Verificarea

$$p=\frac{127Z_1Z_3}{5SZ_2Z_4}=\frac{127\times20\times60}{5\times3\times100\times127}=\frac{12}{15}=0{,}8 \text{ mm}.$$

Dacă nu există la strung roata cu 127 dinţi, atunci în locul fracţiei de $1''=25{,}4=\frac{127}{5}$ se va folosi o altă valoare apropiată.

Exemplu: Pasul filetului de tăiat $p=2{,}5$ mm. Numărul de paşi pe tol al şurubului conducător $S=4$. Pasul şurubului conducător este deci $P=\frac{1''}{4}=\frac{25{,}4}{4}$ mm. Se vor calcula Z_1, Z_2, Z_3, Z_4. Strungul nu are roata de schimb cu 127 dinţi.

$$i=\frac{p}{P}=\frac{2{,}5}{\frac{25{,}4}{4}}=\frac{2{,}5\times4}{25{,}4}=\frac{10}{25{,}4}.$$

Se înlocuieşte 25,4 cu fracţia $\frac{1\,600}{63}$ de aceeaşi valoare, sau fracţia utilizabilă de $\frac{40\times40}{7\times9}$ (v. tabela 44)

$$i=\frac{p}{P}=\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{10}{\frac{40\times40}{7\times9}}\frac{10\times7\times9}{40\times40}=\frac{35}{20}\frac{9}{40}=\frac{35}{80}\frac{9}{10}=\frac{35}{80}\times\frac{90}{100}.$$

Tabela 44. **Valori apropiate pentru înlocuirea lui 1"=25,4 mm**

Valoarea apropiată	$\frac{127}{5}$	$\frac{330}{13}$	$\frac{1\,600}{63}$	$\frac{432}{17}$
Fracţia cu care se poate înlocui	$\frac{627}{5}$	$\frac{11\cdot30}{13}$	$\frac{40\cdot40}{7\cdot9}$	$\frac{18\cdot24}{17}$
Diferenţa la 1 000 mm lungime de filet, la temperatura de 20°C	0 000	0.606	0,125	0,0117
Numărul dinţilor necesari ai roţii	127	—	—	—

Verificarea:

$$p=\frac{Z_1\ Z_3}{Z_2\ Z_4}\times P=\frac{35\times 90}{80\times 100}\times\frac{25{,}4}{4}=\frac{1\,600}{640}=2{,}500312\ \text{mm}.$$

Filetul astfel tăiat va fi mai lung. Diferența în plus este de 0,000312 mm pe un pas, iar la 1 000 mm este de $\frac{1\,000}{2{,}5}\times 0{,}000312=0{,}125$ mm, ceea ce corespunde valorii indicate în tabela 44.

Calculul roților de schimb cînd pasul filetului de tăiat este dat în țoli, iar pasul șurubului conducător în milimetri.

Exemplu: Să se execute un filet cu pasul $p=\frac{5''}{8}$. Pasul șurubului conducător $P=12$ mm.

În completul roților de schimb strungul este înzestrat cu roata cu 127 dinți. Pasul filetului de tăiat $p=25{,}4\times\frac{5}{8}=\frac{127}{5}\frac{5}{8}$, în mm, iar raportul de transmitere

$$i=\frac{p}{P}=\frac{\frac{127}{5}\frac{5}{8}}{12}=\frac{127\times 5}{5\times 8\times 12}=\frac{1}{8}\frac{127}{12},$$

$$i=\frac{p}{P}=\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{1}{8}\frac{127}{12}.$$

Amplificînd fracțiile cu 10, se obține cuplajul dublu de roți dințate

$$i=\frac{1\times 10}{8\times 10}\frac{127\times 10}{12\times 10}=\frac{100}{80}\frac{127}{120}.$$

Verificarea condițiilor de angrenare

$$100+80>127+25,$$

$$127+120>80+25.$$

Verificarea calculului

$$p=\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}\frac{P}{25{,}4}=\frac{100}{80}\frac{127}{120}\frac{12}{25{,}4}=\frac{5''}{8}.$$

Exemplu: Să se taie un filet cu 5 pași pe țol. Pasul șurubului conducător este de 12 mm. În acest caz pasul filetului de tăiat va fi

$$p=\frac{1''}{5}=\frac{25{,}4}{5}\ [\text{mm}].$$

Raportul de transmitere

$$i=\frac{p}{P}=\frac{\frac{25{,}4}{5}}{12}=\frac{25{,}4}{5}\frac{1}{12}.$$

Dar pentru exemplul de față nu există în completul strungului roata cu 127 dinți.

În acest caz se va folosi fracția $\frac{40\times40}{7\times9}$ cu care se poate înlocui valoarea 25,4.

$$i=\frac{p}{P}=\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{\frac{40\times40}{63}}{60}=\frac{40\times40}{60\times63}=\frac{10}{15}\frac{40}{7\times9}=$$

$$=\frac{10\times5}{9\times5}\frac{40}{7\times15}=\frac{50}{45}\frac{40}{105}.$$

Pentru o angrenare justă se vor schimba roțile conducătoare între ele

$$\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{40}{45}\frac{50}{105}.$$

Verificarea calculului

$$p=\frac{Z_1}{Z_2}\frac{Z_3}{Z_4}\cdot P=\frac{40}{45}\frac{50}{105}\times12=5{,}07936.$$

Pasul filetului, în mm, va fi 25,4 : 5=5,08.

Filetul tăiat cu ajutorul fracției $\frac{40\times40}{7\times9}$ este ceva mai scurt. Diferența pe un pas este de 0,00064 mm. Diferența filetului la lungimea de 1 000 mm este de 0,125 mm.

Valorile apropiate se folosesc atunci cînd pasul șurubului conducător și pasul filetului de executat sînt date în unități de măsură diferite. Pasul filetului de executat cu roțile astfel calculate nu are aceeași unitate de măsură cu pasul calculat teoretic. Diferența însă trebuie să rămînă în limitele toleranțelor admise la filetare.

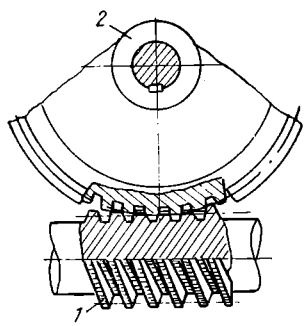


Fig. 292. Angrenaj cu melc: 1 — melc; 2 — roata melcată.

Calculul roților de schimb la tăierea filetului cu pasul dat în modul. Pasul în modul este dat la angrenaje cu melc (fig. 292). În cazul cînd șurubul melc are filetul cu un singur început, pasul filetului este egal cu pasul circular al roții melcate.

Filetul șurubului melc se angrenează cu dinții roții melcate.

În consecință, pasul dinților roții melcate este egal cu distanța dintre doi dinți vecini.

În cele ce urmează, se vor folosi notaţiile următoare:

m este modulul roţii melcate;

D_p — diametrul primitiv al roţii melcate;

Z — numărul de dinţi al roţii melcate;

p — pasul şurubului melc;

e — numărul de începuturi.

Modulul fiind $m = \frac{D_p}{Z} = \frac{p}{\pi}$, rezultă că pasul circular şi deci pasul filetului $p = \pi \cdot m$, adică produsul dintre modul şi numărul π. Cînd filetul şurubului melc are mai multe începuturi, pasul filetului se obţine înmulţind pasul circular al roţii melcate cu numărul începuturilor.

Se menţionează că valoarea lui π nu este un număr întreg $\pi = 3{,}14159\ldots$, iar la tăierea filetului modul se folosesc valori apropiate de acesta (tabela 45).

Tabela 45. **Valori apropiate pentru înlocuirea lui π**

Valoarea apropiată	$\frac{22}{7}$	$\frac{399}{127}$	$\frac{776}{247}$	$\frac{355}{113}$
Fracţia cu care se poate înlocui	$\frac{22}{7}$	$\frac{19 \cdot 21}{127}$	$\frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19}$	$\frac{2 \cdot 71}{113}$
Numărul de dinţi ai roţii dinţate necesare	—	127	97	71 şi 113
Diferenţa la 1 000 mm lungime de filet, la temperatura de 20°C	0,402	0,044	0,034	0,00009

Pasul filetului este deci un multiplu de π, de aceea

— la modulul 1 pasul filetului $p = 1 \times 3{,}14 = 3{,}14$ mm;

— la modulul 2 pasul filetului $p = 2 \times 3{,}14 = 6{,}28$ mm;

— la modulul 3 pasul filetului $p = 3 \times 3{,}14 = 9{,}42$ mm.

Calculul roţilor de schimb la tăierea filetului modul cînd pasul şurubului conducător este dat în milimetri.

Exemplu: Se va tăia un filet modul cu două începuturi ($e=2$) şi cu modulul 3; pasul şurubului conducător este de 12 mm. Strungul are în trusă roţi cu 71 şi 113 dinţi. Pasul este $p = \pi \cdot m \cdot e = 3{,}14159 \times 3 \times 2 = 18{,}84956$.

Raportul de transmitere

$$i = \frac{p}{P} = \frac{3{,}14159 \times 3 \times 2}{12} = \frac{\frac{5 \times 71}{113} \times 3 \times 2}{12} = \frac{5 \times 71 \times 3 \times 2}{12 \times 113} = \frac{71 \times 5 \times 2}{4 \times 113}$$

$$= \frac{71 \times 10}{4 \times 113} = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{71}{40} \frac{100}{113}.$$

Să se calculeze acelaşi exemplu pentru cazul cînd strungul are o roată de 97 dinţi:

$$i = \frac{p}{P} = \frac{3{,}14159 \times 3 \times 2}{12} = \frac{\frac{8 \times 97}{13 \times 19} \times 3 \times 2}{12} = \frac{2 \times 97}{6{,}5 \times 9{,}5}.$$

Înmulţind ambele fracţii cu 10 şi aranjînd roţile în vederea angrenării corecte se obţine

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{97}{65} \frac{100}{95}.$$

Să se verifice pentru ambele cazuri pasul filetului tăiat

$$p = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} P = \frac{100 \times 71 \times 12}{40 \times 113} = \frac{8\,520}{452} \quad p = 18{,}849557 \text{ mm}.$$

Se constată că lungimea se potriveşte pînă la a cincea zecimală.

$$p = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} P = \frac{97 \times 100 \times 12}{65 \times 95} = 18{,}85020.$$

Această combinaţie de roţi de schimb dă un pas mai puţin precis

$$\begin{array}{r} 18{,}85020 \\ -\ 18{,}84956 \\ \hline 0{,}00064 \end{array}.$$

Diferenţa de pas la 1 000 mm:

$$\frac{1\,000 \times 0{,}00064}{18{,}84956} = 0{,}003 \text{ mm}.$$

Calcularea roţilor de schimb la tăierea filetului modul cînd pasul şurubului conducător este dat în ţoli.

Exemplu: Să se taie un filet modul $m=6$ la un strung cu şurubul conducător cu doi paşi pe ţol ($S=2$).

În acest caz pasul filetului va fi

$$p = \pi \cdot m \cdot e = 3{,}14159 \times 6 \times 1 = 18{,}84956 \text{ mm},$$

$$P = \frac{25{,}4}{2} \text{ [mm]}.$$

Raportul de transmitere

$$i = \frac{p}{P} = \frac{3{,}14159 \times 6 \times 1}{\frac{25{,}4}{2}} = \frac{3{,}14159}{25{,}4}\ \frac{6 \times 2}{1}.$$

Exemplu: Să se taie un filet modul m=3,5 cu două începuturi; pasul șurubului conducător $S = \frac{P}{2}$.

În acest caz

$$p = \frac{25{,}4}{\frac{1}{2}} = \frac{25{,}4 \times 2}{1}.$$

Pasul filetului de tăiat va fi

$$p = \pi \cdot m \cdot e = 3{,}14159 \times 3{,}5 \times 2 = 21{,}99115 \text{ mm}.$$

Raportul de transmitere va fi

$$i = \frac{3{,}14159 \times 3{,}5 \times 2}{\frac{25{,}4 \times 2}{1}} = \frac{3{,}14159 \times 3{,}5 \times 2}{25{,}4}.$$

În ambele exemple figurează fracția $\frac{\pi}{25{,}4} = 0{,}12368$, care poate fi înlocuită cu o valoare apropiată de 0,12368 pentru a simplifica calculul (tabela 46).

Tabela 46. **Valori apropiate pentru înlocuirea lui** $\frac{\pi}{25{,}4} = 0{,}12368$

Valoarea apropiată	$\frac{1\,775}{14\,351}$	$\frac{187}{1\,512}$	$\frac{12}{92}$	$\frac{110}{889}$
Fracția cu care se poate înlocui	$\frac{25 \cdot 71}{113 \cdot 127}$	$\frac{11 \cdot 17}{24 \cdot 63}$	$\frac{2 \cdot 6}{97}$	$\frac{10 \cdot 11}{7 \cdot 127}$
Numărul de dinți ai roții necesare	71 și 113	—	97	—
Diferența la 1 000 mm lungime la temperatura de 20°C	0,00008	0,0607	0,215	0,402

Din tabelă rezultă că filetul cel mai precis se poate tăia tot cu roțile careau 71, 113 și 127 dinți. Să se calculeze roțile de schimb pentru exemplele anterioare, în ipoteza că nu există roți cu număr special de dinți.

Efectuînd înlocuirea cu fracție

$$\frac{\pi}{25,4} = \frac{11 \times 17}{24 \times 63}.$$

Raportul de transmitere

$$i = \frac{p}{P} = \frac{11 \times 17}{24 \times 63} \frac{6 \times 2}{1} = \frac{11 \times 2 \times 8,5 \times 6 \times 2}{24 \times 7 \times 9} = \frac{8,5 \times 11}{7 \times 9} =$$

$$= \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{8,5 \times 11}{7 \times 9} = \frac{85}{70} \frac{110}{90}.$$

Verificarea

$$p = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} \times P = \frac{85}{70} \frac{110}{90} \frac{25,4}{2} = 18,84841 \text{ mm},$$

deci diferența unui pas va fi

$$\begin{array}{r} 18,84956 \\ -\ 18,84841 \\ \hline 0,00115 \end{array},$$

iar pe lungime de 1 000 mm

$$\frac{1\,000 \times 0,00115}{18,84956} = 0,061 \text{ mm},$$

ceea ce corespunde valorii din tabelă.

Efectuînd înlocuirea cu fracție

$$\frac{\pi}{25,4} = \frac{10 \times 11}{7 \times 127}.$$

Raportul de transmitere

$$i = \frac{p}{P} = \frac{10 \times 11}{7 \times 127} \frac{6 \times 2}{1} = \frac{6}{3,5} \frac{110}{127} = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{110}{35} \frac{60}{127}.$$

Verificarea:

$$p = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} \times P = \frac{110 \times 60}{35 \times 127} \frac{25,4}{2} = 18,85714 \text{ mm}.$$

Diferența unui pas va fi

$$\begin{array}{r} 18,85714 \\ -\ 18,84956 \\ \hline 0,00758 \end{array},$$

iar pe o lungime de 1 000 mm

$$\frac{1\,000 \times 0,0758}{18,84956} = 0,402 \text{ mm},$$

ceea ce corespunde valorii din tabelă.

Tăierea filetelor cu mai multe începuturi. Filetul cu mai multe începuturi se taie astfel ca distanțele între filetele alăturate să fie egale. Acest lucru se realizează împărțind circumfe-

rința piesei în atîtea părți egale cîte începuturi sînt. Dacă, de exemplu, trebuie să se taie un filet cu două începuturi, atunci după tăierea primului început, piesa se întoarce cu o jumătate de rotație fără a deplasa sania sau șurubul conducător. Numai după aceea se poate începe tăierea începutului următor.

La un filet cu trei începuturi, după tăierea fiecărui început piesa se va roti cu 1/3 de rotație; la patru începuturi cu 1/4 de rotație. Împărțirea filetului la numărul de începuturi se face si cu ajutorul roților de schimb sau cu ajutorul unei flanșe de antrenare speciale. În primul caz, este nevoie ca prima roată conducătoare de schimb să aibă un număr de dinți care să se poată împărți exact la numărul de începuturi al filetului. De exemplu, dacă se cere să se taie un filet dreptunghiular cu trei începuturi cu pasul $p=15$ mm și pasul șurubului conducător este $P=12$ mm, raportul de transmitere va fi: $i=\frac{p}{P}=\frac{15}{12}=\frac{Z_1}{Z_2}=\frac{75}{60}$. Numărul începuturilor este 3, cu care se poate împărți exact numărul dinților.

Desfășurarea operației este următoarea:

se montează roțile de schimb, se calculează lățimea cuțitului; distanța între pași este t (fig. 293) și fiind vorba de un filet cu trei începuturi, pasul este $t=\frac{15}{3}=5$ mm. Lățimea cuțitului este egală cu jumătatea pasului $b=\frac{5}{2}=2{,}5$ mm.

La așezarea cuțitului trebuie avut grijă ca acesta să se potrivească cu pasul.

Împărțirea se face, însemnînd pe roata Z_1, înainte de începerea lucrului, dinții corespunzători celor trei diviziuni egale (*I—II—III*). Pe roata intermediară se va însemna de asemenea intervalul de dinți respectivi. Apoi se fixează lira cu șurubul de strîngere și se poate tăia primul început.

După terminarea primului început axul principal se rotește cu mîna pînă cînd dintele însemnat de pe roata Z_1 intră în intervalul de dinte însemnat al roții intermediare. În această poziție se slăbește șurubul lirei și se lasă puțin mai jos pentru ca roțile dințate Z_1 și Z_2 să se decupleze. Apoi axul principal se rotește pînă cînd al doilea dinte însemnat de pe roata Z_1 intră în intervalul de dinte însemnat de pe roata intermediară. După aceea se strînge șurubul de fixare al lirei și se taie al doilea început.

La tăierea filetului al treilea se procedează în mod similar, potrivind al treilea dinte însemnat pe roata Z_1 în dreptul dintelui însemnat de pe roata intermediară.

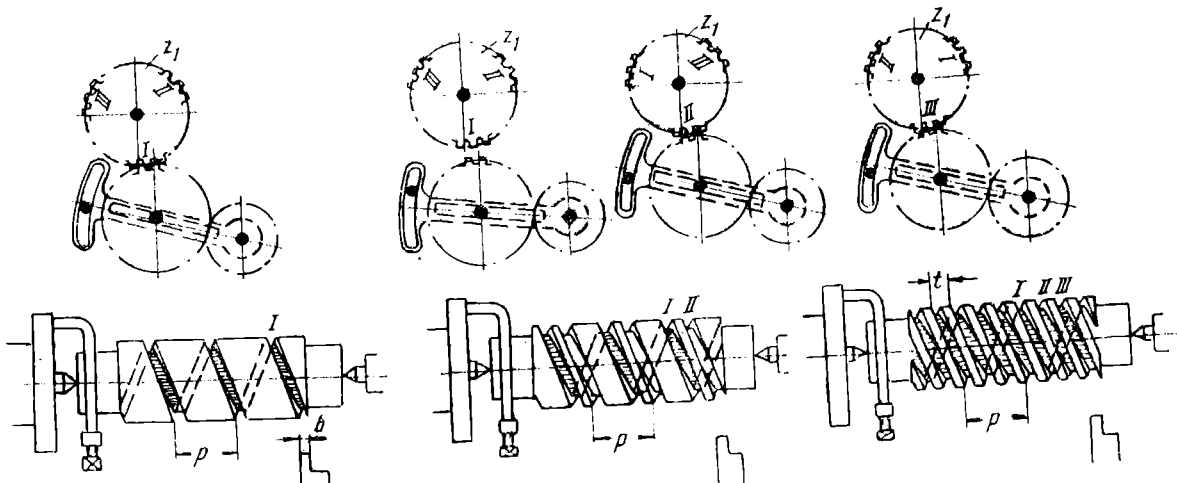


Fig. 293. Tăierea filetului cu mai multe începuturi.

XI.

PROCESUL TEHNOLOGIC

Indiferent dacă este vorba de degroşare sau de finisare sarcina strungarului este obţinerea unui diametru dinainte stabilit. Pentru acest scop cuţitul se potriveşte astfel ca să se obţină dimensiunea dorită. Potrivirea aşchiei, adică aşezarea cuţitului pentru a desprinde aşchia, se face astfel ca acest scop să fie atins fără greş.

Adîncimea de aşchiere se determină măsurînd cu şublerul, diametrul piesei brute, sau eventual cu micrometrul, al piesei degroşate. Cuţitul cu care se aşchiază se apropie sau se îndepărtează, cu ajutorul saniei transversale, de suprafaţa piesei. La capătul exterior al şurubului saniei se află un disc gradat (cadran) pe care se poate citi avansul cuţitului după diviziuni. La strungul de tip Iosif Rangheţ S3 numărul

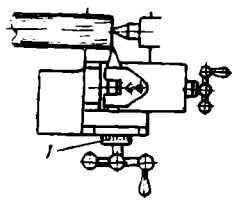


Fig. 294. Citirea valorii avansului transversal:
1 — disc gradat.

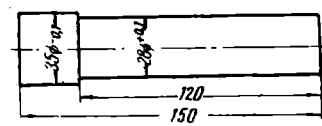


Fig. 295. Desenul unui ax.

diviziunilor este de 100 şi rotirea discului cu o diviziune corespunde unui avans al cuţitului de 0,05 mm (fig. 294).

La strunjirea între vîrfuri a unui ax (fig. 295), care se confecţionează dintr-un oţel laminat cu diametrul de 40 mm, succesiunea operaţiilor va fi următoarea:

a — citirea desenului;
b — întocmirea „programului" prelucrării care cuprinde toate fazele necesare executării;
c — pregătirea tuturor sculelor şi instrumentelor de măsurat necesare;
d — strunjirea;
e — măsurarea şi controlul piesei;
f — finisarea piesei şi pregătirea executării piesei următoare.

Desfăşurarea detaliată a operaţiilor este următoarea:

Operaţia	Fazele operaţiei	Metoda de lucru	Sculele şi dispozitivele auxiliare	Instrumente de măsurat şi de control
Executarea găurii de centrare	Strunjirea suprafeţelor frontale şi centrarea găurii	Fixarea piesei într-un universal cu trei fălci, executarea găurii de centrare	Burghiu de 3 mm de centrare, cuţit de degroşare de dreapta cu plăcută din aliaje dure T15K6	Şubler
	Strunjirea celeilalte suprafeţe frontale, centrarea	Întoarcerea piesei şi strunjirea la 151 mm lungime		
Degroşare	Degroşarea capului	Fixarea în universal, rezemarea în vîrf, degroşarea la ∅ 36 mm şi la circa 40 mm lungime, măsurarea	Vîrf de strung în axul principal	Riglă gradată
	Degroşarea cozii	Intoarcerea, degroşarea la ∅ 29 mm şi 119 mm lungime		
Finisarea suprafeţei frontale	Finisarea suprafeţei frontale la cap	Schimbarea universalului cu şaibă de antrenare, vîrf scobit în păpuşa mobilă, strunjire laterală, teşirea muchiei	Cuţit lateral de dreapta cu plăcută din aliaje dure T15K6, cuţit de strung de mînă	
	Strunjirea laterală a suprafeţei frontale a cozii pe o lungime de 150 mm	Intoarcerea, finisarea suprafeţei frontale la lungimea dată, teşirea, măsurarea		

Operaţia	Fazele operaţiei	Metoda de lucru	Sculele şi dispozitivele auxiliare	Instrumente de măsurat şi de control
Finisare	Finisarea capului	Inlocuirea vîrfului scobit cu un vîrf normal, strunjirea la 35+0,01 mm, finisarea diametrului, teşirea muchiei, măsurarea	Cuţit lateral de dreapta cu plăcuţă din aliaje dure T15K6, cuţit de strung de mînă, mandrină	
	Finisarea cozii	Intoarcerea, prinderea în mandrină, aşezarea opritorului la 29,5 mm şi strunjirea la 120 mm lungime, teşirea muchiei, finisarea la 28+0,01 mm, teşirea muchiei, măsurarea		

Grosimea aşchiei: $\frac{40-36}{2}$ =2 mm. Adîncimea aşchiei este deci t=2 mm. Se ia o aşchie de probă şi pe o lungime de circa 5 mm se strunjeşte suprafaţa brută apoi se măsoară (găsind de exemplu 36,4 mm). Se pune linia 0 a cadranului în dreptul liniei de referinţă de pe sanie. Dacă întoarcerea cu o diviziune face ca cuţitul să avanseze 0,05 mm, atunci diametrul se măreşte sau se micşorează cu 0,1 mm, dacă se face o rotire cu 20 diviziuni. Deoarece diametrul este mai mare cu 0,4 mm decît cel prescris, şurubul de antrenare a saniei se roteşte în sens invers pînă cînd gradaţia 30 de pe cadran coincide cu crestătura de pe bucşa fixă. Şurubul de avans transversal are „cursă moartă" şi deci trebuie întors ceva mai mult înapoi. Dacă strungul nu are cadran gradat se va însemna cu cretă în mod corespunzător flanşa şurubului şi sania.

Pentru toleranţe mici, aşchierea se face în felul următor: Din diametrul de 29,5 mm se strunjeşte circa 1,0 mm. Suprafaţa mai mare se înseamnă cu cuţitul, iar cadranul gradat se aşază la 0.

se trage înapoi, se întoarce cu 10 gradații și partea cilindrică se strunjește pe toată lungimea ei. Se măsoară în două locuri și se controlează dacă suprafața strunjită nu este conică. La nevoie se potrivește păpușa mobilă, pînă la obținerea unei suprafețe perfect cilindrice. Se mai ia o așchie de 5 mm lungime. Cadranul se pune iar la 0 (28,5—28=0,5 mm). Se măsoară din nou, eventual cu micrometrul. Dacă dimensiunea este bună, axul se strunjește pînă la capăt.

Degroșarea se va face cu abateri mici pentru a nu compromite precizia finisării.

XII.

STRUNJIREA RAȚIONALĂ

O strunjire rațională presupune alegerea rațională și executarea corectă a unghiurilor sculei (cuțit, burghiu, adîncitor, alezor), a calității sculei, a regimului de lucru și a mașinii-unelte corespunzătoare.

Elementele tehnico-economice ale așchierii. Economicitatea lucrărilor de strungărie se asigură: 1) dacă procesul de fabricație este pregătit temeinic; 2) dacă se asigură utilizarea cît mai completă a mijloacelor de producție, a mașinilor; 3) dacă timpul de lucru este folosit rațional, dacă se evită aplicarea normelor generale de timp și timpul de lucru necesar pentru fabricație se determină pe bază de norme tehnice.

Procesul de fabricație (procesul de producție) cuprinde totalitatea operațiilor necesare pentru confecționarea unui produs și ordinea lor de succesiune.

Operațiunea este partea procesului de fabricație executată într-un singur loc de muncă. Ea cuprinde toate mișcările lucrătorului, necesare pentru confecționarea piesei.

Faza este acea parte a operațiunii în timpul căreia caracteristicile tehnice ale sculei (cuțitului) și desfășurarea lucrului (viteza de așchiere, avans) nu se modifică (suprafața de prelucrat este aceeași).

Norma tehnică este timpul de lucru necesar pentru fabricație, care rezultă din datele tehnice ale operațiunilor respective. Ea cuprinde *timpul de bază* (necesar fabricației propriu-zise) și *timpul auxiliar* (necesar pentru operațiunile ajutătoare).

Caracteristicile tehnice ale desfășurării lucrului sînt: viteza de așchiere, forța de așchiere specifică, respectiv admisibilă, precum și puterea mașinii, pe baza cărora se calculează normele tehnice.

Viteza de așchiere diferă la degroșare, la finisare și la diferite alte feluri de prelucrări (strunjire exterioară și interioară, găurirea, retezarea, adîncirea și alezarea). La alegerea caracteristicilor

tehnice ale desfăşurării lucrului se va ţine seama de următoarele condiţii de lucru:

— maşina trebuie să fie în stare bună;

— valorile caracteristice se vor alege în funcţie de calitatea materialului şi starea lui;

— secţiunea sculei se va alege în mod corespunzător, iar unghiurile ei vor fi corect realizate (ascuţite);

— sculele se vor fixa corect (unghiul de aşezare, poziţia);

— la folosirea cuţitelor din oţel rapid se va alege lichidul de răcire corespunzător;

— durabilitatea tăişului cuţitului se va stabili pe bază de rentabilitate.

Pentru o mai bună utilizare a puterii strungului, se va lucra cu o adîncime de aşchiere mare şi cu avans pe cît posibil mai mic.

La determinarea raportului între viteza de aşchiere şi avans se va alege avansul mai mare şi viteza de aşchiere corespunzător mai mică.

Caracteristicile tehnice se vor alege în concordanţă cu capacitatea maşinilor existente şi cu turaţiile care se pot realiza.

Dacă randamentul prescris nu se realizează cu toată pregă- : atentă, se va verifica ascuţirea tăişului, duritatea şi modul fixare al cuţitului. Alte cauze pot fi: maşina-unealtă aleasă nu corespunde scopului, materialul piesei este prea dur, lichidul de răcire nu corespunde.

Uzura cuţitului. În timpul folosirii, sculele se uzează. Dacă uzura depăşeşte o anumită valoare, sculele trebuie reascuţite. Durabilitatea tăişului este timpul folosit pentru aşchiere între două ascuţiri. Uzura admisă este în medie de 0,8 mm. Valorile exacte pentru diferite condiţii de lucru sînt date în tabela 47.

Secţiunea aşchiei. În cazul degroşării, secţiunea aşchiei rezultă de obicei din adaosul de prelucrare. La o prelucrare raţională adaosul este cît mai mic. În general, adaosul de prelucrare, adică adîncimea aşchiei, se poate considera că este dat şi în consecinţă se vor alege ceilalţi doi factori ai aşchierii: avansul şi viteza de aşchiere. Mărimea avansului depinde fie de calitatea suprafeţei piesei, fie de cantitatea aşchiei desprinse (dacă nu trebuie să se ţină seamă de calitatea suprafeţei).

Forţa de aşchiere. Desprinderea aşchiei necesită forţă. La strunjire cuţitul este supus acţiunii forţelor din trei direcţii. Pentru aşchierea raţională trebuie determinată forţa principală de aşchiere reprezentată în fig. 296. Pe bază experimentală s-a

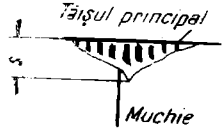


Tabela 47. **Limitele de uzură admisibile ale cuţitelor de strung**

Materialul de prelucrat	Tipul cuţitului	Uzura cuţitului s, mm	
		Oţel rapid	Aliaje dure
Oţel, oţel turnat, materiale tenace	Cuţite de strung pentru strunjire longitudinală, plană şi de gaură . .	1,5—2	0,8—1
	Cuţite de canelare şi de retezare	0,8—1	
	Cuţite profilate .	0,4—0,5	—
Fontă şi materiale rigide	Cuţite pentru strunjire longitudinală . . .	3—4	pentru e=0,3 mm/rot 1,4—1,7
	Cuţite pentru strunjire plană, de gaură, de canelare şi de retezare	1,5—2	pentru e=0,3 mm/rot 0,8—1

stabilit mărimea forţei de aşchiere în funcţie de secţiunea aşchiei (fig. 297). Valorile se referă la un material cu rezistenţă de 60 kgf/mm² (OL 60). Forţa necesară pe secţiunea de 1 mm² este de circa 230 kgf. Dacă forţa necesară ar fi direct proporţională cu secţiunea ar fi valabilă linia întreruptă de pe figură. Forţa reală necesară este însă mai mică şi nu un multiplu simplu al lui 230 kgf. Acest lucru este reprezentat pe figură prin linia groasă continuă. Valorile numerice sînt:

Se vede deci că aşchierea cu o secţiune de aşchie mai mare este mai raţională, pentru că forţa de aşchiere specifică (pe unitatea de secţiunea) va fi mai mică.

Secţiunea aşchiei f mm²	Forţa principala de aşchiere P_f kgf	Forţa specifică de aşchiere k_s kgf/mm²
1	230	230
5	1 000	200
10	1 700	170

Condiția unei așchieri economice este alegerea unei mașini-unelte potrivite. Pentru aceasta trebuie să se calculeze forța de așchiere necesară. Se folosește formula

$$P_f = f \cdot e \cdot k_s.$$

Forța de așchiere = adîncimea de așchiere × avans × forță specifică de așchiere.

Valorile forței de așchiere specifice se vor lua din tabela 48.

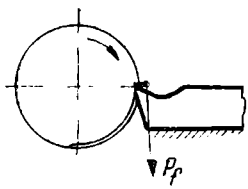


Fig. 296. Forța principală de așchiere.

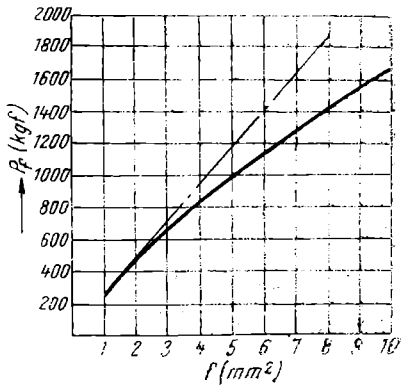


Fig. 297. Forța de așchiere.

Forța de așchiere necesară depinde însă nu numai de duritatea materialului prelucrat și de secțiunea așchiei, ci și de starea cuțitului. Cu un cuțit bine ascuțit se lucrează mai ușor, iar cu unul uzat, mai greu. Din acest motiv să nu se depășească valorile de uzură ale cuțitului indicate în tabela 47. Valoarea forței necesare pentru așchiere mai este influențată și de mărimea unghiului de atac. La degroșarea oțelurilor de construcție valoarea unghiului de atac $\varkappa$ variază între 45 și 60°.

Plăcuțele din aliaje dure de asemenea nu trebuie încărcate peste o anumită limită.

Sarcina admisă la plăcuțele din aliaje dure pentru 1 mm de tăiș este următoarea:

grosimea plăcuței	4	6	8	10	mm
sarcina specifică admisă	90	190	330	500	kgf/mm

În general, adîncimea așchiei este cunoscută. Avansul rațional se determină din raportul de așchiere $f : e$ ales corect. Valorile acestui raport pentru diferite condiții de lucru au fost stabilite pe cale experimentală (tabela 49).

Tabela 48 Valorile forței specifice de așchiere la strunjirea pieselor din oțel și fontă

Materialul de prelucrat	Caracteristica materialului		Secțiunea așchiei F, mm²														
			0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,5	2	3,5	3	4	6	8	10
			Forța specifică de așchiere k_s														
Fontă	Duritate Brinell	mai mică decît 200 kgf/mm²	235	208	190	175	168	152	140	122	112	106	96	90	78	72	66
		mai mare decît 200 kgf/mm²	382	330	298	272	255	230	212	182	168	152	138	125	110	95	92
Oțel laminat	Rezistența la rupere	40 kgf/mm²	240	221	210	200	192	180	172	160	152	148	138	128	120	115	110
		55 kgf/mm²	382	330	298	272	255	222	210	200	191	181	175	168	154	146	140
		65 kgf/mm²	308	282	270	259	250	240	228	212	200	192	188	178	167	158	155
		75 kgf/mm²	382	341	320	308	295	275	260	240	228	214	208	192	175	163	158
Oțel turnat		85—100 kgf/mm²	358	330	322	308	299	288	277	258	242	238	229	220	205	198	190

Tabela 49. **Regimul corect de aşchiere ($f : e$) la degroşarea oţelurilor de construcţie**

Rezistenţa de rupere a materialului de prelucrat în kgf/mm²	Materialul cuţitului			
	Oţel rapid	Aliaje dure		
		T15K6 sau S1	T15K10 sau S2	T15K6 sau S3
	Raportul dintre adîncimea aşchiei şi avansul $f : e$			
pînă la 50	3,2 : 1	6 : 1	5 : 1	4 : 1
50— 60	4 : 1	8 : 1	6 : 1	5 : 1
60— 70	5 : 1	10 : 1	8 : 1	6 : 1
70— 85	6 : 1	12,5 : 1	10 : 1	8 : 1
85—100	8 : 1	20 : 1	12,5 : 1	10 : 1
100—140	12,5 : 1	—	20 : 1	16 : 1

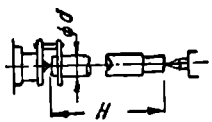
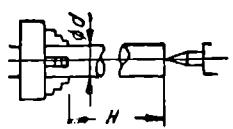
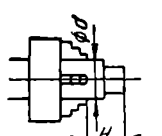
Arborii lungi şi subţiri se vor strunji cu o aşchie de secţiune mică, pentru că sub acţiunea forţei de aşchiere piesa se îndoaie. Valorile admisibile ale forţei principale de aşchiere P_f sînt indicate în tabela 50. Sub acţiunea forţei principale de aşchiere se curbează nu numai piesa, ci şi cuţitul. Ieşirea din portcuţit a cozii cuţitului şi forţele de aşchiere admisibile, în funcţie de secţiunea cuţitului ei, sînt date în tabela 51.

Toate aceste condiţii trebuie luate în consideraţie la determinarea regimului de aşchiere.

Exemplu: Să se strunjească un arbore de 100 mm diametru şi de 300 mm lungime. Rezistenţa de rupere a materialului este de 60 kgf/mm². Diametrul exterior al semifabricatului laminat este de 110 mm. Degroşarea se face într-o singură trecere, cu o adîncime a aşchiei de 5 mm. Să se calculeze avansul şi forţa principală de aşchiere. Materialul cuţitului: plăcuţă din aliaje dure (T15K6(S1). Strunjirea se face între vîrfuri, conform primei schiţe din tabela 50. Unghiul de atac $\varkappa$ este de 60°.

Regimul corect de aşchiere conform tabelei 49 este $f : e = 8 : 1$, iar avansul $e = \frac{5}{8} \approx 0{,}62$ mm/rot.

Tabela 50. **Forța principală de așchiere admisibilă în funcție de prinderea piesei**

Modul de prindere a piesei	Lungimea H este multiplul diametrului d	Diametrul piesei d mm									
		15	20	30	40	60	80	100	150	200	300
		Forța de așchiere admisibilă P_f, kgf									
	10	72	96	144	192	288	384	480	720	960	1 440
	9	98	130	196	262	392	522	653	980	1 310	1 960
	8	141	188	282	376	564	752	940	1 410	1 880	2 820
	7	209	278	418	556	836	1 112	1 394	2 090	2 780	4 180
	6	334	445	668	890	1 336	1 780	1 220	3 340	4 450	6 680
	5	576	768	1 152	1 536	2 304	3 072	3 840	5 760	7 680	11 520
	10	163	217	326	434	652	868	1 085	1 630	2 170	3 620
	9	222	295	443	590	886	1 180	1 475	2 220	2 950	4 430
	8	319	425	638	850	1 276	1 700	2 125	3 190	4 250	6 380
	7	473	630	946	1 260	1 890	2 520	3 150	4 730	6 300	9 460
	6	755	1 010	1 510	2 020	3 020	4 040	5 050	7 550	10 100	15 100
	5	1 304	1 736	2 608	3 472	5 216	6 945	8 680	13 040	17 360	26 080
	5	36	48	72	96	144	192	240	360	480	720
	4	72	96	144	192	288	384	480	720	960	1 140
	3	166	222	332	444	664	888	1 110	1 660	2 220	3 320
	2	562	750	1 124	1 500	2 250	3 000	3 750	5 620	7 500	11 240
	1	4 500	6 000	9 000	12 000	18 000	24 000	30 000	45 000	60 000	90 000

Observație. Valorile din tabelă sînt valabile în cazul oțelurilor. Aceste valori se înmulțesc cu 0,5 în cazul fontei sau a bronzului, respectiv cu 0,35 în cazul aluminiului.

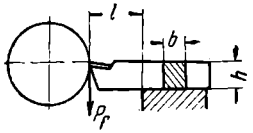


Tabela 51. **Forţa principală de aşchiere admisibilă în funcţie de secţiunea cozii cuţitului şi de ieşirea cuţitului din portcuţit**

Înălţimea cuţitului *h*, mm	Lăţimea cuţitului *b*, mm	Ieşirea cuţitului *l*, mm										
		10	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500
		Forţa principală de aşchiere P_f, kgf										
Cuţit de secţiune dreptunghiulară sau pătrată												
6	6	75	30	15								
10	10	220	144	67	33							
16	12	1 360	544	272	136	91	68	55				
	16	1 600	640	320	160	107	80	64	53			
20	20	2 610	1 070	535	267	176	134	107	89	76	68	53
25	16	3 340	1 330	665	334	222	167	133	111	96	84	67
	25	5 200	2 080	1 040	520	347	265	208	174	142	130	104
30	20	6 000	2 400	1 200	600	400	300	240	200	172	150	120
	30	9 000	3 600	1 800	900	600	450	360	300	257	225	180
	25		5 340	2 670	1 335	890	665	535	445	380	333	267
40	40		8 630	4 265	2 133	1 420	1 065	855	715	610	535	427
50	50			9 600	4 800	3 200	2 400	1 925	1 600	1 370	1 200	960
90	60					10 800	8 100	6 520	5 400	4 600	4 050	324

Diametrul *d* mm	Ieşirea cuţitului *l*, mm							
	25	50	100	150	200	250	300	350
	Forţa principală de aşchiere P_f, kgf							
Cuţit de secţiune circulară								
10	78	37	15					
12	135	68	34	23				
16	322	160	80	54	40	32	27	
20	627	314	157	105	80	63	52	45
25	1 225	612	305	204	153	123	103	88
30	2 120	1 060	530	350	265	212	116	151
40	5 030	2 515	1 257	837	630	504	420	358

La cuţitele cu plăcuţe din aliaje dure, materialul cozii cuţitutului este oţel de construcţie OL60 (rezistenţa de rupere 60—70 kgf/mm²).

Secţiunea aşchiei este $F=5\times0{,}6=3$ mm².

Forţa specifică de aşchiere, după tabela 48, corespunzînd unei secţiuni de aşchie de 3 mm², este de 188 kgf.

Forţa principală totală de aşchiere $P_f=F \cdot k_s=3\times188=564$ kgf.

Grosimea plăcuţei din aliaje dure este de 4 mm; sarcina admisibilă este de 90 kgf pe fiecare milimetru de lungime a tăişului. Adîncimea aşchiei este de 5 mm, iar sarcina admisibilă $5\times90=450$ kgf, care este mai mică decît sarcina reală P_f. Deci se va alege o plăcuţă de 6 mm grosime. Forţa principală de aşchiere admisibilă, conform tabelei 50, pentru un diametru de 100 mm şi o piesă cu o lungime de 8 ori diametrul, este de 940 kg, ceea ce este satisfăcător.

Viteza raţională de aşchiere la degroşare. Calitatea aşchierii şi timpul de lucru necesare depind de viteza de aşchiere. Alegerea vitezei de aşchiere corespunzătoare este determinată de mai mulţi factori.

Aceşti factori sînt următorii:

— forma piesei de prelucrat, rezistenţa la rupere a piesei, duritatea, calitatea suprafeţei materialului;

— materialul cuţitului, forma şi execuţia unghiurilor tăişului;

— durabilitatea aleasă a tăişului;

— adîncimea aleasă a aşchiei;

— mărimea şi forma secţiunii aşchiei;

— unghiul de atac al tăişului cuţitului;

— avansul calculat;

— calitatea şi cantitatea lichidului de răcire;

— starea strungului, lipsa de trepidaţii a maşinii, a cuţitului şi piesei.

Valorile de bază ale vitezei de aşchiere (V_a) la strunjirea de degroşare cu cuţite de oţel rapid sau prevăzute cu plăcuţe din aliaje dure sînt indicate în tabela 52. Valorile se referă la o adîncime de aşchie $f=1$ mm şi la un avans de $e=0{,}1$ mm/rot. Unghiul de atac $\varkappa$ este de 45°. Durabilitatea tăişului la cuţitele din oţel rapid este considerată de 45 min, iar la cuţitele cu plăcuţe din aliaje dure 150 min.

Valorile rezultate din tabela 52 trebuie modificate în mod corespunzător pe baza adîncimii de aşchie şi a avansului calculate. Viteza de aşchiere V_a trebuie deci înmulţită cu coeficienţi de corecţie spre a putea obţine *viteza de aşchiere reală.*

Coeficientul de corecţie pentru adîncimea aşchiei este dat în tabela 53.

Viteza de aşchiere se modifică apoi şi în funcţie de avans (tabela 54).

În funcţie de unghiul de atac $\varkappa$, viteza de aşchiere se modifică după tabela 55.

Dacă adîncimea aşchiei nu este uniformă, suprafaţa strunjită este întreruptă. Dacă suprafaţa piesei turnate este grunţuroasă sau conţine incluziuni, viteza de aşchiere se înmulţeşte cu coeficientul de corecţie k_m. Valoarea acestuia este de 0,6—0,8 (în medie 0,7).

Tabela 52. **Valorile de bază ale vitezei de aşchiere** V_a

Materialul de prelucrat			Materialul sculei			
Oţeluri		Rezistenţa de rupere kgf/mm²	Oţel dur	Aliaje dure		
				T15 K6 sau S1	T15 K10 sau S2	T5 K6 sau S3
			Viteza de aşchiere V_a m/min			
Oţeluri carbon de construcţie	OL 38—42	40—50	122	405	250	186
	OL 50	50—60	104	300	195	138
	OL 60	60—70	80	270	175	121
	OL 70	70—80	62	224	146	100
		80—90	50	200	130	90
Oţeluri de construcţii aliate, oţeluri nichel, crom, crom-nichel şi crom-molibden		70—85	42	210	135	95
		85—100	30	160	100	71
		100—120	25		80	60
		120—140	20		65	42
		140—180	14		45	30
Oţel mangan		165—200			30	20
Oţel turnat		30—50	70	180	130	95
		50—70	50	132	95	70
		70	35	95	60	50

Viteza de aşchiere practică se obţine înmulţind viteza de aşchiere de bază cu coeficienţii de corecţie

$$V_h = V_a \cdot k_f \cdot k_e \cdot k_\varkappa k_m.$$

Să se calculeze pentru cazul dat în exemplul precedent viteza de aşchiere şi dimensiunile cozii cuţitului. Forţa de aşchiere calculată P_f=564 kgf, viteza de aşchiere după tabelă, în cazul unui material cu o rezistenţă la rupere de 60 kgf/mm² şi folosind un cuţit cu plăcuţă din aliaje dure T15 K6, va fi V_a=300 m/min.

Viteza de aşchiere practică se obţine inmulţind V_a=300 m/min cu coeficienţii de corecţie.

— coeficientul de corecţie al vitezei de aşchiere la 5 mm adîncime de aşchie este k_f=0,67 (tabela 53);

— coeficientul de corecţie al vitezei de aşchiere la un avans de 0,62 mm este k_e=0,32 (tabela 54);

— coeficientul de corecţie al vitezei de aşchiere la un unghi de atac de 60° este $k_\varkappa$ =0,92 (tabela 55);

— coeficientul de corecţie al vitezei de aşchiere la suprafaţa laminată brută este k_m=0,8.

Viteza de aşchiere folosită va fi:

$$V_h = V_a \cdot k_f \cdot k_e \cdot k_\varkappa k_m = 300 \times 0{,}76 \times 0{,}32 \times 0{,}92 \times 0{,}8 \approx 157{,}8 \text{ m/min}.$$

pentru strunjire de degroşare (exterioară)

Fonte	Duritatea Brinell *HB*, kgf/mm²	Oţel rapid	Aliaje dure Gl—BK6	Aluminiu	Rezistenţa de rupere, kgf/mm²	Oţel rapid	Aliaje dure Gl—BK6
Fc 12	pînă la 160	75	130	Aluminiu pur		425	2 000
Fc 14	160—180	60	105		12—18	180	670
Fc 18	180—200	50	86	aluminiu	18—24	135	530
Fc 22	200—225	42	75	turnat şi aliaje	24—32	132	475
Fc 26	225—250	35	60	de aluminiu	32—42	112	425
maleabilă	pînă la 200	40	90		50—60	90	335
Metale neferoase	Rezistenţa de rupere, kgf/mm²			Aliaje de aluminiu cu			
		95	630	11—13,5% Si	18—26	106	300
Cupru					26—34	85	250
Cupru turnat	20—22	125	530				
Alamă		190	710	Materiale nemetalice			
Bronz turnat		85	375				
Zinc şi aliaj de zinc				sticlă			80
				porţelan			20
moale		100	400	ebonită			450
dur		85	350	carton presat			360
				bachelită			330

Tabela 53. **Coeficienţii de corecţie ai vitezei de aşchiere k_f în funcţie de adîncimea aşchiei**

Materialul sculelor	Materialul prelucrat	Adîncimea aşchiei f, mm										
		0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15
		Coeficientul de corecţie k_f										
Oţel rapid	Oţel, oţel turnat, aluminiu	1,08	1,00	0,84	0,76	0,71	0,67	0,65	0,60	0,56	0,54	0,51
	Fontă, bronz, materiale, rigide	1,10	1,00	0,90	0,89	0,81	0,79	0,76	0,73	0,71	0,69	0,67
Aliaje dure	Oţel, oţel turnat, aluminiu	1,10	1,00	0,89	0,82	0,78	0,75	0,72	0,70	0,66	0,64	0,61
	Fontă, bronz, materiale rigide	1,08	1,00	0,86	0,80	0,73	0,70	0,67	0,63	0,67	0,37	0,55

Tabela 54. **Coeficienții de corecție ai vitezei de așchiere k_e în funcție de avans**

Materialul sculelor	Materialul de prelucrat	Avansul e, mm/rot										
		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	3,0
		Coeficientul de corecție k_e										
Oțel rapid	Oțel, oțel turnat, aluminiu	1,20	1,00	0,84	0,78	0,77	0,72	0,67	0,61	0,56	0,48	
	Fontă, bronz, materiale rigide	1,15	1,00	0,87	0,80	0,91	0,83	0,77	0,69	0,63	0,54	
Aliaje dure	Oțel, oțel turnat, aluminiu	1,30	1,00	0,65	0,50	0,40	0,35	0,31	0,26	0,22	0,16	0,11
	Fontă, bronz, materiale rigide	1,25	1,00	0,76	0,64	0,37	0,53	0,49	0,44	0,40	0,34	0,26

Tabela 55. **Coeficientul de corecție $k_\varkappa$ în funcție de unghiul de așezare**

Materialul de prelucrat	Materialul cuțitului	Unghiul de așezare $\varkappa°$				
		30	45	60	70	90
		Coeficientul de corecție $k_\varkappa$				
Oțel, oțel turnat, materiale tenace	oțel rapid	1,26	1,0	0,84	0,78	0,66
Fonta, materiale rigide	oțel rapid și aliaje dure	1,20	1,0	0,88	0,83	0,73
Oțel, oțel turnat, materiale tenace	aliaj dur	1,13	1,0	0,92	0,86	0,81

Mai trebuie alese dimensiunile cozii. După tabela 51 la o ieșire de 25 mm și o secțiune de cuțit de 16×16 mm, cuțitul suportă o sarcină de 640 kgf.

Determinarea necesarului de putere pentru așchiere. Una dintre condițiile unei strunjiri este ca fiecare operație să fie

executată pe maşina cea mai corespunzătoare din punct de vedere al randamentului.

Formula de calcul pentru determinarea puterii necesare este următoarea:

$$N = \frac{P_f \cdot V_h}{6\,120}\,[\text{kW}],$$

unde

P_f este forţa de aşchiere, în kgf;

V_h — viteza de aşchiere practică, în m/min.

Să se calculeze forţa de aşchiere pentru regimul de aşchiere dat la pag. 242;

$$P_f = 564 \text{ kg}; \qquad V_h = 157{,}8 \text{ m/min}$$

$$N = \frac{P_f \cdot Vh}{6\,120} = \frac{564 \times 157{,}8}{6\,120} \approx 14{,}5 \text{ kW}.$$

Turaţia necesară se calculează în felul următor:

$$n = \frac{1\,000 V_h}{D \cdot \pi} = \frac{1\,000 \times 157{,}8}{\frac{110 + 100}{2}\,\pi} = 913 \text{ rot/min}.$$

Diametrul D al piesei s-a introdus ca media dintre diametrul brut şi cel prelucrat.

Strunjire de finisare economică. Scopul strunjirii de finisare este obţinerea dimensiunilor precise, a formei exacte şi a calităţii de suprafaţă prescrisă. Deci, la finisare se va lucra cu avans şi adîncime de aşchiere mică şi în consecinţă cu o forţă de aşchiere mică.

Adîncimea aşchiei va fi de 0,5—2 mm, în funcţie de dimensiunea piesei.

Mărimea avansului depinde de calitatea suprafeţei şi de raza vîrfului cuţitului (tabela 56). La finisarea materialelor tenace şi a celor plastice se folosesc avansuri mai mici, iar la materiale casante sau dure avansuri mai mari.

Viteza de aşchiere, forţa şi puterea de aşchiere se calculează la fel ca la degroşare. Puterea necesară este circa 1/10 din cea necesară la degroşare.

Tabela 56. **Mărimea avansului de finisare**

Rugozitatea[1]) suprafeței	12,5 ▽▽		6,3 ▽▽		3,3 ▽▽		1,6 ▽▽▽	
	Limita vitezei de așchiere V_a, m/min							
Raza vîrfului R mm	$V_a<50$	$V_a>50$	$V_a<50$	$V_a>50$	$V_a<50$	$V_a>50$	$V_a<50$	$V_a>50$
	avansul, mm/rot							
0,5	—	—	—	—	0,8 —0,15	0,1 —0,15	0,02—0,04	0,03—0,06
1,0	0,2—0,4	0,3—0,5	0,1 —0,2	0,12—0,15	0,08—0,2	0,1 —0,2	0,03—0,06	0,05—0,08
1,5	0,3—0,6	0,4—0,65	0,25—0,3	0,2 —0,4	0,1 —0,25	0,15—0,25	0,03—0,08	0,03—0,1
2,0	0,4—0,6	0,5—0,7	0,25—0,4	0,3 —0,5	—	—	—	—

[1]) Indicele de deasupra semnului de prelucrare indică netezimea suprafeței prelucrate în microni (h_f).

Un factor determinant la alegerea strungului afară de mărimea puterii este și precizia mașinii.

La strunjirea de finisare se urmărește ca în timpul cel mai scurt să se strunjească o suprafață cît mai mare, deci viteza de așchiere se va lua cît mai mare.

Exemplu: Lungimea unui arbore este de 1 100 mm, diametrul de 40 mm, materialul OL42. Avînd de a face cu un diametru mic și cu o piesă degroșată se va lucra cu luneta. Prin aceasta se va evita vibrația piesei. Materialul cuțitului este oțelul rapid, raza vîrfului R=1,0 mm. Rugozitatea de obținut la piesa prelucrată (h_f=3,2 μ). Diametrul degroșat este de 42 mm, deci adîncimea așchiei va fi de 1 mm.

După tabela 52, viteza de așchiere V_a este de 122 m/min dacă t=1 mm și e=0,1 mm. Adîncimea de așchie t după exemplu este de 1 mm. Mărimea avansului se va lua din tabela 56. Viteza de aschiere este mai mare de 50 m/min ($V_a>50$ m/min), deci avansul se va lua după raza de vîrf R=1 mm, de 0,05 mm/rot.

Fiind vorba de finisare, unghiul de atac $\varkappa$ se va lua de 30°. Coeficienții de corecție ai vitezei de așchiere sînt următorii:

— în funcție de adîncimea așchiei . . . . k_t=1,08 (tabela 53),
— în funcție de avans . . . . . k_s=1,20 (tabela 54),
— în funcție de unghiul de atac . . . . $k_\varkappa$=1,26 (tabela 55).

Viteza de așchiere practică va fi deci

$$V_h = V_a \cdot k_t \cdot k_s \cdot k_\varkappa = 122 \times 1{,}08 \times 1{,}20 \times 126 = 169 \text{ m/min}.$$

Turația strungului va fi

$$n = \frac{1\,000 V_h}{D \cdot \pi} = \frac{1\,000 \times 199}{40 \times 3{,}14} = 1\,580 \text{ rot/min}.$$

Retezarea şi degajarea. La retezare şi degajare viteza de aşchiere se va determina din tabelă, înmulţind valorile cu 0,3. Întrucît înălţimea cuţitului este mică şi condiţiile de răcire sînt nefavorabile, avansul şi viteza de aşchiere se vor reduce mult. La prelucrarea materialelor de duritate mijlocie, dacă cuţitul este din oţel rapid, lăţimea cuţitului se ia de 2—6 mm, iar avansul $e=0{,}05\ldots0{,}5$ mm/rot. Viteza de aşchiere se ia $V_a=25\ldots50$ m/min. La fontă $e=0{,}07\ldots0{,}22$ mm/rot şi $V_a=15\ldots30$ m/min.

Strunjire plană. Valorile de bază ale vitezei de aşchiere din tabela 52 se referă la diametrul mediu. Dacă D_1 este diametrul exterior şi D_2 diametrul interior, diametrul mediu $D=\frac{1}{2}(D_1+D_2)$. De altfel, regimul de aşchiere va fi determinat la finisare la fel ca la degroşare. Adîncimea medie a aşchiei în cazul degroşării este $f=2{,}5$ mm, iar avansul $e=0{,}3\ldots0{,}7$ mm/rot. La finisare $f=0{,}3\ldots1$ mm şi avansul $e=0{,}1\ldots0{,}3$ mm/rot.

Strunjirea interioară. La strunjirea interioară de degroşare şi de finisare sînt valabile aceleaşi condiţii ca la strunjirea suprafeţelor cilindrice exterioare. Durabilitatea economică a tăişului pentru cuţitele din oţel rapid este de 60 min, iar pentru cuţitele cu plăcuţe din aliaje dure 120 min. Valoarea uzurii admisibile a cuţitelor se ia din tabela 47. Forţa specifică de aşchiere necesară la calculul forţei de aşchiere se ia din tabela 48.

Viteza de aşchiere admisibilă la degroşare se va lua mai mică decît la strunjirea suprafeţelor exterioare. Valorile din tabela 52 se înmulţesc de asemenea cu coeficienţi de corecţie (k_f, k_e, k_* vezi tabelele 52, 53, 54, 55), însă viteza de aşchiere practică V_h astfel obţinută se va mai înmulţi:

— pînă la diametrul de 75 mm cu 0,75;
— pentru diametre între 75 şi 150 mm cu 0,80;
— pentru diametre între 150 şi 250 mm cu 0,90.

Pentru diametre peste 250 mm, valorile lui V_h sînt aceleaşi ca la strunjirea cilindrică exterioară.

La strunjirea interioară de finisare se vor folosi valorile din tabela 56.

Datele regimului de aşchiere la găurire sînt cuprinse în tabela 57. Aceste date sînt: avansul e, turaţia n şi viteza de aşchiere V_a. Aceste date sînt indicate separat pentru burghie din oţel de scule şi pentru burghie din oţel rapid. Regimul de

Tabela 57. Valorile orientative pentru turație, viteză de așchiere și avans scule și

Diametrul burghiului	Datele așchierii	Oțel de construcție		Fontă		Oțel de construcție			Oțel aliat	
		Rezistența de rupere, kgf/mm²								
		< 50	50 <	< 18	18 <	< 50	50—70	70 <	70—90	90—110
		Simbolul STAS								
		OL00 OL42	OL 50 OL 60	Fc18	Fc 21 Fc 24	OL00 OL42	OL 50 OL 60	OL70	13CN25 13CN45	41MoC11 50VC 11
		Materialul burghiului: oțel de scule				Materialul burghiului: oțel rapid				
2	*e*	0,03	0,03	0,06	0,05	0,028	0,025	0,022	0,02	0,01
	n	2 700	2 000	2 060	1 350	4 800	3 900	3 260	2 050	1 600
	Va	15	12,25	13	8,5	30	24,5	20,5	12,9	10
4	*e*	0,06	0,06	0,08	0,06	0,05	0,045	0,04	0,03	0,025
	n	1 520	1 240	1 320	860	3 000	2 480	2 060	1 300	1 000
	Va	19	15,5	16,5	10,75	38	31	26	16,3	12,5
6	*e*	0,09	0,09	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,045
	n	1 060	875	930	620	2 120	1 750	1 460	920	700
	Va	20	16,5	17,25	11,5	40	33	27,5	17,2	13,2
8	*e*	0,12	0,11	0,18	0,10	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
	n	580	500	500	330	1 160	975	800	500	380
	Va	14,5	12,5	12,5	8,25	29	24,5	20	12,5	9,5
10	*e*	0,15	0,14	0,20	0,16	0,15	0,14	0,12	0,10	0,09
	n	495	405	420	280	985	815	685	425	325
	Va	15,5	12,75	13,25	8,75	31	25 5	21,5	13,3	10,2
12	*e*	0,16	0,14	0,22	0,18	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12
	n	440	360	375	250	875	740	620	375	290
	Va	16,5	13,5	14,25	9,5	33	27	23	14,2	11
16	*e*	0,20	0,18	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,16	0,14
	n	235	195	200	135	470	390	320	200	155
	Va	11,75	9,75	10,1	6,7	23,5	19,5	16,2	10	7,7
20	*e*	0,22	0,20	0,32	0,29	0,24	0,23	0,22	0,18	0,14
	n	190	155	160	105	375	310	240	160	125
	Va	11,75	9,75	10,1	6,7	23,5	19,5	16,2	10	7,7
25	*e*	0,26	0,22	0,36	0,32	0,25	0,24	0,23	0,17	0,15
	n	155	125	130	88	310	250	210	130	100
	Va	12	9,85	10,3	6,85	24	19,7	16,5	10,3	7,9
30	*e*	0,28	0,26	0,38	0,35	0,30	0,28	0,25	0,18	0,16
	n	130	110	120	75	260	210	180	110	85
	Va	12,25	10	10,5	7	24,5	20	17	10,5	8,1
40	*e*	0,31	0,24	0,40	0,38	0,34	0,3	0,28	0,25	0,23
	n	100	80	82	56	200	165	135	86	65
	Va	12,5	10,25	10,75	7,1	25	20,5	17,2	10,8	8,2
Lichidul de răcire-ungere		Emulsie de ulei	Emulsie de ulei	Uscat sau emulsie de ulei	Emulsie de ulei sau petrol	Emulsie de ulei			Emulsie de ulei	Ulei pentru găurire

în cazul folosirii burghielor spirale din oțel de oțel rapid

Fontă		Oțel inoxidabil	Cupru bronz	Alamă	Aluminiu și aliaje de Al
Rezistența de rupere, kgf/mm²					
<18	18<				
Materialul burghiului: oțel rapid					
0,06 4 150 26	0,04 2 720 17	0,02 1 910 12	0,06 7 500 47	0,05 6 850 48	0,07 16 800 105
0,10 2 600 32,5	0,06 1 720 21,5	0,03 1 120 14	0,08 4 800 60	0,06 4 300 54	0,10 10 600 133
0,20 1 830 34,5	0,10 1 220 23	0,08 795 15	0,15 3 340 63	0,12 3 320 57	0,20 7 400 140
0,25 1 000 25	0,14 600 16,5	0,10 480 12	0,20 1 800 45,5	0,15 1 650 41,5	0,25 4 000 100
0,27 845 26,5	0,18 555 17,5	0,11 395 12,5	0,22 1 560 49	0,18 1 400 44	0,27 3 450 108
0,30 755 28,5	0,20 505 19	0,14 345 13	0,28 1 350 52	0,25 1 250 47	0,30 3 050 115
0,37 400 26,2	0,26 165 13,4	0,18 180 9	0,30 740 37	0,26 670 33,6	0,37 1 650 82,5
0,40 320 20,2	0,29 215 13,4	0,20 145 9	0,35 580 37	0,29 535 33,6	0,40 130 12,5
0,44 265 20,6	0,30 175 13,7	0,22 115 9	0,38 480 37,7	0,30 435 34,2	0,44 1 080 84
0,48 225 21	0,35 150 14	0,25 85 8	0,40 410 38,5	0,35 370 35	0,48 915 86
0,50 170 21,5	0,36 112 14,2	0,28 56 7	0,45 315 39,3	0,35 275 35,8	0,55 700 87,5
Uscat sau emulsie de ulei	Emulsie sau petrol	Emulsie de ulei de găurire	Emulsie de ulei de găurire	Emulsie de ulei de găurire	Petrol

e =avansul, mm/rot
n =turația, rot/min
V_a=viteza de așchiere m/min

Valorile avansului din tabelă sînt valabile pentru găurile a căror adîncime nu este mai mare decît valoarea triplă a diametrului burghiului

Valorile date se referă la fonte a căror duritate nu depășește 170 kgf/mm²

În cazul fontelor mai dure se lucrează cu viteze de așchiere mai mici

aşchiere se modifică în funcţie de felul şi calitatea materialului de prelucrat. Cifrele respective sînt grupate în consecinţă.

Dacă găurirea se face în două etape, gaura în materialul plin se face după datele valorice ale tabelei 57. Pentru etapa a doua valorile avansului se găsesc în tabela 59.

Tabela 58. **Durabilitatea tăişului burghielor, min**

Diametrul burghiului, mm	2—5	6—14	15—19	20—24	25—29	30—39	40—60
Oţel	7	12	15	22	30	40	60
Fontă şi metale neferoase	15	22	30	36	42	58	60

Tabela 59. **Mărimea avansului *e*, mm/rot, dacă găurirea se face în două etape**

Diametrul burghiului, mm etapa a II-a	Diametrul burghiului, mm etapa I	Materialul de prelucrat			
		oţel, rezistenţa la rupere		fontă, metale neferoase, duritate Brinell	
		< 90 kgf/mm²	90 kgf/mm² <	< 170 kgf/mm²	170 kgf/mm² <
25	10	0,25—0,60	0,20—0,40	0,40—0,70	0,30—0,60
	15	0,25—0,70	0,20—0,50	0,45—0,80	0,30—0,70
30	10	0,30—0,70	0,20—0,50	0,40—0,90	0,35—0,70
	15	0,43—0,70	0,20—0,50	0,40—0,95	0,35—0,75
	20	0,30—0,80	0,25—0,60	0,45—1,00	0,40—0,80
40	15	0,35—0,80	0,25—0,70	0,50—1,00	0,45—0,90
	20	0,35—0,85	0,30—0,70	0,55—1,10	0,50—0,90
	30	0,35—0,90	0,30—0,70	0,55—1,10	0,50—0,95
50	20	0,40—0,90	0,30—0,75	0,50—1,00	0,50—0,95
	30	0,40—0,95	0,30—0,75	0,55—1,10	0,50—1,00
	40	0,40—1,00	0,35—0,85	0,55—1,20	0,50—1,00

Valorile avansurilor date în tabelele 58 şi 59 se referă la găuri a căror adîncime este mai mică decît a trei ori diametrul burghiului. Coeficienţii de corecţie ai vitezei de aşchiere V_a, cu

care aceasta trebuie înmulțită pentru a obține viteza de așchiere practică V_h, sînt dați în tabela 60.

Tabela 60. Coeficienți de corecție la găurire

Coeficientul de corecție în funcție de avans, k_e												
Diametrul burghiului, mm	avansul e, mm/rot											
	0,06	0,08	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,55	0,6
	coeficientul de corecție k_e											
6—12	1,45	1,15	1	0,64	0,53	0,1	0,48	0,47	—	—	—	—
Peste 12	—	—	—	1,20	1,07	1	0,91	0,84	0,79	0,75	0,70	0,64

Coeficientul de corecție în funcție de adîncimea găurii, k_m					
Adîncimea găurii ca multiplul diametrului burghiului d					
$3d$	$4d$	$5d$	$6d$	$8d$	$10d$
Coeficientul de corecție k_m					
1,0	0 85	0 75	0 7	0,6	0 5

Viteza practică de așchiere V_h se obține dacă valoarea vitezei de așchiere (V_a) din tabelă se înmulțește cu coeficienții de corecție.

$$V_h = V_a \cdot k_e \cdot k_m.$$

Exemplu: Trebuie executată o gaură pentru o bucșă confecționată din fontă. Diametrul găurii este de 70 mm, lungimea bucșei este de 200 mm. Duritatea materialului este de 150 *HB*.

Găurirea se face în două etape. Se vor folosi burghie spirale din oțel rapid, și anume la prima găurire unul de 30 mm, iar la a doua de 50 mm. Lărgirea la diametrul de 70 mm se va face prin strunjire cu un cuțit din oțel rapid.

După tabela 57, unui burghiu cu diametrul de 30 mm pentru piese din fontă îi corespunde un avans de 0,35—0,48 mm/rot. Se va alege valoarea medie de 0,41 mm/rot. Viteza de aşchiere este de 14—21 m/min, în medie 17,5 m/min. Lungimea găurii este de 200 mm, adică de circa 7 ori diametrul. De aici rezultă, după tabela 60, coeficientul de corecţie $k_m = \frac{0,7+0,6}{2} = 0,65$.

Coeficientul de corecţie k_e este 0,76 (tot din tabela 60). Deci, viteza de aşchiere practică va fi:

$V_h = V_a \cdot k_e \cdot k_m = 17,5 \times 0,76 \times 0,65 = 8,65$ m/min, din care se poate calcula turaţia:

$$n = \frac{1\,000 V_h}{d \cdot \pi} = \frac{1\,000 \times 8,65}{30\pi} = 92 \text{ rot/min.}$$

La a doua găurire se foloseşte un burghiu de 50 mm. Avansul va fi luat din tabela 60. Pentru diametrele d_e=30 şi d=50 mm şi pentru fontă de duritate 150 *HB*; e=0,90 mm/rot. Viteza calculată pentru V_a=8,65 m/min trebuie corectată în funcţie de raportul $d : d_e$. Pentru acest coeficient de corecţie k_e se iau următoarele valori:

raportul $d : d_e$	3	2,5	2	1,5	1,2
coeficientul de corecţie k_e	1,1	1,15	1,25	1,3	1,5

În exemplu de faţă $d : d_e = 50 : 30 = 1,66$, coeficientul de corecţie k_e se va lua de 1,25 şi cu acesta se va înmulţi valoarea lui V_a. Viteza practică de aşchiere în etapa a doua va fi

$$V_h = V_a \cdot k_e = 8,65 \times 1,25 = 10,08 \text{ m/min,}$$

iar turaţia corespunzătoare

$$n_s = \frac{1\,000 \times 10,08}{50\pi} = 70 \text{ rot/min.}$$

Să se calculeze regimul de lucru la lărgirea găurii de la diametrul de 50 mm la 70 mm. Se va folosi un cuţit de secţiune circulară cu diametrul 30 mm. Ieşirea cuţitului este l=250 mm. Grosimea aşchiei de îndepărtat este $\frac{70-50}{2} = 10$ mm. Degroşarea se va face în două etape cu o aşchie de cîte 5 mm adîncime; f=5 mm. Raportul de aşchiere $f : e$ după tabela 49 este $f : e = 3,2 : 1$. De aici rezultă avansul $e = f\frac{1}{3,2}$, de unde $e = 5 : 3,2 = 1,5$ mm/rot.

Viteza de aşchiere este V_a=75 m/min (din tabela 52). Coeficientul de corecţie în funcţie de adîncimea aşchiei k_f=0,79 (tabela 53). Coeficientul de corecţie în funcţie de avans k_e=0,34 (tabela 54). Coeficientul de corecţie în funcţie de unghiul de atac k_x se ia de 1,0, pentru că se lucrează cu un unghi de atac de 45°. Viteza practică de aşchiere va fi deci:

$$V_h = V_a \cdot k_f \cdot k_e \cdot k_x = 75 \times 0,75 \times 0,34 \times 1 = 20 \text{ m/min.}$$

La strunjirea pentru lărgirea găurii (strunjire interioară) condițiile de așchiere sînt mai rele din diferite motive. În consecință, viteza practică V_h mai trebuie înmulțită cu coeficientul de corecție al lărgirii.

Pentru coeficientul de corecție al vitezei de așchiere la lărgirea găurilor se iau următoarele valori:

Diametrul găurii	Coeficientul de corecție, k_g
pînă la 75 mm	0,75
75—150 mm	0,80
150—250 mm	0,90
peste 250 mm	1,0

Viteza de așchiere la lărgirea găurii

$$V_g = V_h \cdot k_g = 20 \times 0{,}75 = 15 \text{ m/min.}$$

Turația mașinii (la un diametru mediu de 60 mm

$$n = \frac{1\,000\,V}{d\pi} = \frac{1\,000 \times 15}{60\pi} \approx 80 \text{ rot/min.}$$

Forța specifică admisibilă de așchiere k_s pentru fontă, în funcție de secțiune (tabela 48), la o duritate sub 200 kgf/mm^2, dacă secțiunea așchiei este $f \cdot e = 5 \times 1{,}5 = 7{,}5$ mm^2 este de 74 kgf.

Forța de așchiere este:

$$P_f = k_s \cdot f \cdot e = 74 \times 5 \times 1{,}5 = 555 \text{ kgf.}$$

Forța principală admisibilă de așchiere conform tabelei 50 la un cuțit cu diametrul de 30 cm și o ieșire de 250 mm este 212 kgf. De aici rezultă că lărgirea găurii nu se poate face cu o adîncime a așchiei de 5 mm și cu un avans de 1,5 mm. Secțiunea așchiei trebuie să fie mai mică.

Adîncirea. Dacă se prelucrează în stare brută cu adîncitorul gaura unei piese turnate cu miez, atunci aceasta trebuie găurită în prealabil la o adîncime de 5—10 mm cu un cuțit de strung. Prin aceasta adîncitorul va avea o ghidare.

Diametrul adîncitorului se ia identic cu diametrul găurii de obținut. Dacă însă, după adîncire, gaura va fi și alezată, atunci se va folosi un adîncitor de diametru mai mic cu 0,2—0,5 mm.

Dacă prima găurire se face cu un burghiu spiral sau un cuţit de strung, diametrul găurii va fi luat cu 0,8—2,0 mm mai mic decît diametrul adîncitorului.

Folosind adîncitoare din oţel rapid, viteza de aşchiere va fi aproximativ aceeaşi, ca la prelucrarea găurii cu cuţitul de strung, însă avansul va fi de 2,5—3 ori mai mare.

Alezarea. Valoarea vitezei de aşchiere în cazul alezării pieselor din oţel, din fontă sau din bronz, variază între 6 şi 10 m/min. Alezorul fiind fixat de obicei în pinola păpuşii mobile, avansul este manual. La alezarea găurilor în piese din oţel de 15—60 mm diametru, avansul va fi 0,08—3 mm/rot, iar pentru cele din fontă 1,2—4,5 mm/rot.

Răcirea. La găurire, la lărgirea găurilor prin strunjire, la adîncire şi la alezare o condiţie importantă a unei aşchieri raţionale este răcirea abundentă şi alegerea corectă a lichidului de răcire. În această privinţă se vor respecta indicaţiile tabelei 57 în care sînt date calităţile lichidelor de răcire în funcţie de materialul prelucrat.

Prelucrarea cu cuţite profilate. Viteza de aşchiere cu cuţite profilate se ia 1/3—1/5 din viteza de aşchiere la strunjirea suprafeţelor cilindrice exterioare.

Zimţuirea. Valorile vitezei periferice şi ale avansului la zimţuire sînt următoarele:

Materia primă de prelucrat	oţel moale	oţel dur	bronz	alamă	aluminiu
Viteza periferică, m/min	20—25	10—15	25—40	40—50	80—100
Diametrul piesei, mm	<10	10—25	25—40	40—60	
Avansul, mm/rot	1	1,5	2	2,5	

La filetarea cu filiera, viteza de aşchiere se ia din tabela următoare:

Materialul de prelucrat	Oţel cu rezistenţa sub 75 kgf/mm²	Oţel cu rezistenţa peste 75 kgf/mm²	Alamă
Viteza de aşchiere, m/min	2,5—4,0	2,0—3,0	3 0—8,0

La filetarea cu tarodul, viteza de aşchiere se ia din tabela următoare:

Materialul de prelucrat	Oţel cu rezistenţă sub 75 kgf/mm²	Oţel cu rezistenţă de peste 75 kgf/mm²	Fontă		Fontă maleabilă	Bronz şi alamă
			cu duritate Brinell			
			mai mică de 75*HB*	mai mare de 75*HB*		
Viteza de aşchiere, m/min	3,0—3,5	2,5—4,0	4,0—7,0	3,0—5,0	6,0—11,0	6,5—12 5

Filetarea cu cuţitul de strung. La filetarea cu cuţitul, avansul e se ia egal cu pasul p.

În locul adîncimii de aşchiere se ia în consideraţie numărul de treceri. Acestea sînt date în tabela 61. Datele din tabelă sînt valabile pentru un cuţit din oţel rapid şi un material cu rezistenţa de rupere mai mică de 75 kgf/mm².

La stabilirea vitezei de aşchiere are un rol hotărîtor faptul dacă cuţitul are degajare liberă sau nu.

Vitezele de aşchiere date sînt valabile dacă numărul trecerilor s-a ales conform tabelei 61.

Tabela 61. Numărul trecerilor i

Filet metric normal	diametrul filetului, mm		6	8	10	12	14
	pasul filetului, mm		1	1,25	1,5	1,75	2
	filetare exterioară	degroşare	5	5	6	6	7
		finisare	4	4	4	5	5
	filetare interioară	degroşare					
		finisare					
Filet Witworth normal	diametrul filetului, ţoli		1/4	5/16	3/8	1/2	5/8
	numărul de spire pe 1"		20	18	16	12	11
	filetare exterioară	degroşare	5	5	6	7	8
		finisare	4	4	4	5	5
	filetare interioară	degroşare					
		finisare					
Filet lat	diametrul filetului, mm		14	20	26	32	40
	pasul filetului, mm		3	4	5	6	6
	filetare exterioară	degroşare					
		finisare	30	32	36	40	40
	filetare interioară	degroşare				13	13
		finisare	32	36	40	30	30
Filet trapezoidal	diametrul filetutui, mm		14	20	26	32	40
	pasul filetului, mm		3	4	5	6	6
	filetare exterioară	degroşare	10	12	13	15	15
		finisare	15	16	18	20	20
	filetare interioară	degroşare	12	14	16	18	18
		finisare	18	20	22	25	25

în cazul tăierii filetului cu cuțitul

16	18	20	24	30	36	42	48	56	64	76	90	110
2	2,5	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6	6	6
7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	15	15	15
5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
			9	10	11	12	13	14	15	15	15	15
			8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
3/4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	1 1/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6
10	9	8	7	6	5	4 1/2	4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 1/2
8	9	10	11	12	14	15	18	20	23	25	28	30
5	6	6	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9
	9	10	11	12	14	15	18	20	23	25	28	30
	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11	12	12
40	50	50	60	60	70	70	80	80	95	95	110	110
10	8	12	8	12	10	16	10	16	12	20	12	20
18	16	20	16	20	16	20	18	24	20	27	20	27
35	30	40	30	40	35	45	35	45	40	50	40	50
23	20	25	20	25	23	30	23	30	25	34	25	34
42	36	48	36	48	42	54	42	54	48	60	48	60
40	50	50	60	60	70	70	80	80	95	95	110	110
10	8	12	8	12	10	16	10	16	12	20	12	20
18	16	20	16	20	18	24	18	24	20	27	20	27
27	24	32	24	32	27	36	27	36	32	40	32	40
22	19	24	19	24	22	30	22	30	24	33	24	33
34	30	40	30	40	34	45	34	45	40	50	40	45

Tabela 62. **Valorile vitezei de aşchiere la filetare dacă pasul p este peste 1 mm în cazul degajării libere, pentru filet triunghiular şi pentru cuţitul din oţel rapid**

Materialul de prelucrat	Oţel de rezistenţă de tracţiune		Fontă de duritate Brineil 200 kgf/mm²		Bronz alamă	Aluminiu
	peste 75 kgf/mm²	sub 75 kgf/mm²	sub	peste		
Viteza de aşchiere v, m/min	20,5	16,0	18,0	15,0	26,0	33,0

Tabela 63. **Coeficientul de corecţie k_h dacă pasul p este mai mare de 1 mm**

Pasul h mm	1,5	2	3	4	5	6	10	16	20
Coeficientul de corecţie k_h .	0,91	0,8	0,68	0,56	0,5	0,46	0,4	0,36	0,3

Viteza de aşchiere trebuie modificată dacă pasul este mai mare de $p=1$ mm, conform tabelei 63.

Coeficientul de corecţie pentru filet dreptunghiular şi trapezoidal $k_{tr}=0{,}85$.
La folosirea unui cuţit-pieptene pentru filetare exterioară $k_n=1{,}35$.
La folosirea unui cuţit-pieptene pentru filetare interioară $k_b=0{,}8$

Viteza practică de aşchiere la filetare se obţine înmulţind valoarea de bază a vitezei de aşchiere din tabela 62 cu coeficienţii de corecţie

$$V_h = V_a \cdot k_n,$$

care se va înmulţi după necesitate cu coeficienţii k_{tr}, k_n, k_b.

Dacă filetul nu are degajare, trebuie redusă turaţia piesei. De aceea din viteza practică de aşchiere trebuie calculată turaţia, cu ajutorul formulei cunoscute

$$n = \frac{1\,000\,V_h}{d\pi}.$$

Coeficientul de corecţie al turaţiei k_n va avea următoarele valori

Turaţia, rot/min	Coeficientul de corecţie k_n
sub 50	1,00
50—80	0,80
peste 80	0,63

În cazul filetării are o mare importanţă alegerea justă a lichidului de răcire. Se recomandă următoarele lichide de răcire:

Materialul	Lichidul de răcire-ungere
oţel nealiat	emulsie de burghiu, ulei de rapiţă
oţel aliat	terebentină, petrol
oţel turnat	emulsie de burghiu
fontă cenuşie	fără lichid, petrol
fontă maleabilă	fără lichid, emulsie de burghiu
cupru şi alamă	fără lichid, emulsie de rapiţă
aluminiu	fără lichid, ulei de burghiu sau petrol.

Determinarea timpilor de prelucrare. Timpii de prelucrare se pot determina prin apreciere, pe baza valorilor medii ale datelor statistice şi din valorile calculate ale aşchierii raţionale. Acestea din urmă dau normele tehnice. Folosirea acestora este singura metodă justă din punctul de vedere economic şi al desfăşurării raţionale a muncii.

Elementele normelor tehnice sînt:

— timpul de bază;
— timpul auxiliar (pentru pregătirea lucrului, pregătirea cuţitului, a aparatelor de măsurat);
— timpul necesar pentru deservirea locului de muncă, ungerea şi curăţirea maşinii etc.;
— timpul de repaus şi de satisfacerea necesităţilor naturale.

Timpul de bază poate fi calculat, iar celelalte elemente se determină prin analiza practică a timpului de lucru (fotografierea locului de muncă).

Calcularea timpului de bază. Strungul face n rot/min, iar avansul pe rotaţie este e. Drumul parcurs de cuţit într-un minut este deci:

$$n \cdot e = \text{viteza de avans.}$$

$$\text{Timpul de bază al aşchierii} = \frac{\text{lungimea piesei}}{\text{viteza de avans}} = \frac{L}{n \cdot e}$$

La lungimea L a piesei se mai adaugă lungimea drumului de apropiere şi de depăşire a cuţitului, lungimea luării aşchiei de probă pentru măsurare. Acestea se notează cu y. Dacă sînt mai

multe treceri i, atunci timpul calculat pentru o trecere se înmulțește cu numărul trecerilor. Timpul de bază va fi deci:

$$T_b = \frac{L+y}{n \cdot e} \cdot i, \text{ unde } y = l_a + l_d + l_p \text{ (tabela 64).}$$

La strunjirea suprafețelor frontale lungimea piesei se ia egală cu jumătatea diametrului $\left(l = \frac{d}{2}\right)$, la care se mai adaugă lungimea drumului de apropiere $L = \frac{d}{2} + l_a$.

Tabela 64. **Drumul de apropiere și de depășire și lungimea trecerii de probă, mm**

Denumirea sculei și modul de prelucrare	Unghiul de atac	Adîncimea așchiei t, în mm								
		1	2	3	4	5	6	8	10	12
		lungimea drumului de apropiere și de depășire (l_a și l_d)								
Strunjirea exterioră sau interioară	10	7,0	13,0	19,0	25,0					
	30	2,8	5,0	7,2	9,0	11,0	13,0	16,0	11,0	24,0
	45	2,0	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	11,0	13,0	15,0
	60	1,6	2,7	3,8	4,3	5,0	5,5	7,6	8,7	10,0
	75	1,3	2,1	2,8	4,1	4,4	4,6	5,1	5,7	6,2
Cuțit de canelare cuțit de retezare		3—5								

Modul de prelucrare	Aparatul de măsurat	Dimensiunea de măsurat mm	Lungimea trecerii de probă l_p, mm — Lungimea așchiei de probă
Degroșare cu o singură tr de probă	Rigla gradată, compas de interior, șubler, șablon, calibru tampon, calibru potcoavă	—	5
	Compas de exterior	pînă la 250 peste 250	3 5
	Micrometru sau calibru	pînă la 250 peste 250	5 10
Finisare cu două treceri de probă	Șubler, șablon sau calibru potcoavă	—	—
	Micrometru sau calibru	pînă la 250 peste 250	10 20

La strunjirea suprafeței frontale a pieselor tubulare lungimea strunjirii este

$$\frac{D_k + D_b}{2} + l_a + l_d.$$

Calculul timpului de găurire. Timpul de bază se calculează cu formula

$$T_b = \frac{L + L_1 + L_2}{n \cdot e},$$

unde L_1 și L_2 sînt lungimile drumurilor de apropiere, respectiv de depășire ale sculei. Valorile se iau din tabela 65. Lungimea L_2 se va lua în considerație numai la găuri străpunse.

Tabela 65. **Valorile lui L_1 și L_2 în cazul găuririi, mm**

Unghiul de vîrf 2φ	Diametrul sculei, mm									
	6	10	14	18	20	25	30	40	50	60
30	—	18,6	26	34	38	47	56	75	93	112
70	4,3	7	10	13	14	18	20	29	36	43
80	3,6	6	8,4	11	12	15	18	24	30	36
90	3	5	7	9	10	12,2	15	20	25	30
120	1,75	2,9	4	5,2	5,8	7,3	8,7	11,6	15,5	17
130	1,4	2,35	3,3	4,2	4,2	5,85	7,4	9,4	11,7	14
140	1,1	1,8	2,5	3,2	3,6	4,5	5,4	7,2	9	11

Calculul timpului de bază la filetare. Formulele de calcul sînt următoarele

filetarea exterioară cu reglarea manuală a cuțitului

$$T_b = \frac{L + L_1}{n \cdot e} \cdot i \cdot b;$$

filetarea cu filiera

$$T_b = \frac{L}{n \cdot e} + \frac{L}{n_0 e};$$

filetarea cu tarodul

— în găuri străpunse

$$T_b = \frac{L + L_1}{n \cdot e} + \frac{L + L_1}{n_0 \cdot e};$$

— în găuri cu fund

$$T_b = \frac{L}{n \cdot e} + \frac{L}{n_0 \cdot e},$$

în care: T_b este timpul de bază;
n — turaţia, în rot/min;
e — pasul, în mm;
b — numărul de începuturi;
L — lungimea filetului, în mm;
L_1 — drumul de apropiere şi de degajare, în mm;
i — numărul trecerilor;
n_0 — numărul de rotaţii la returul cuţitului.

Dacă căruciorul nu se readuce automat în poziţia iniţială ci manual, atunci valoarea $\frac{L + L_1}{n_0 \cdot e}$, respectiv $\frac{L}{n_0 \cdot e}$, se scoate din formulă. În schimb trebuie luat în consideraţie, în funcţie de lungimea piesei, timpul necesar pentru readucerea manuală a căruciorului care se va stabili prin apreciere sau prin experimentări.

BIBLIOGRAFIE

Autorenkollectiv, Dreher-Fachkunde, Fachbuchverlag, Leipzig, 1958.
Bruştein B. E. şi *Dementiev V. I.*, Strungăria, Traducere din limba rusă, Editura Tehnică, Bucureşti, 1953.
Barbu V., Calculele strungarului, ediţia a II-a, Editura Tehnică, Bucureşti, 1959.
Tolcenov T. V., Normarea tehnică la maşini-unelte, Editura Tehnică, Bucureşti, 1950.

TABLA DE MATERII

Prefață 3

I. **Noțiuni generale** 5

Geometrie și trigonometrie 5
Transmisii și angrenaje . 18

II. **Materiale folosite în construcția de mașini** . 23

III. **Toleranțe și ajustaje** 36

IV. **Măsurări și aparate de măsurat** . 53

V. **Strunjirea și cuțite pentru strunjire** . 75

Noțiuni despre strunjire 75
Cuțite pentru strunjire 79

VI. **Strungul** . . 103

Descrierea strungului 103
Organizarea locului de muncă . 120

VII. **Strunjirea exterioară** 126

VIII. **Strunjirea interioară** 169

IX. **Pilirea, zimțarea și răzuirea** 186

X. **Filetarea** 190

Filete și scule pentru filetare . 190
Calculul roților de schimb . 214

XI. **Procesul tehnologic** 231

XII. **Strunjirea rațională** 235

Bibliografie 264

Redactor responsabil: Ing. Popescu Armand
Tehnoredactor: Horowitz Strul

Dat la cules: 15. 02. 1962. Bun de tipar: 12. 03. 1962. Apărut: 1962. Tiraj: 10000+155. Broşate. Hîrtie: semivelină 65 g/m², 610×860/16. Coli editoriale: 13,98. Coli de tipar: 16,50. A.: 0413/1962. C.Z. pentru bibliotecile mari: 621.941/621. C.Z. pentru bibliotecile mici 621.

Tiparul executat la Întreprinderea Poligrafică Oradea, str. Moscovei nr. 5, 6—8. — R.P.R.

AU APĂRUT:

V. Răducu—P. Teodorescu
Cartea lăcătuşului
384 pagini 10.80 lei

●

G. C. Demetrescu
Cartea rabotorului
212 pagini 7,45 lei

●

G. S. Georgescu
Îndrumător pentru ateliere mecanice
ed. III-a
872 pagini 27,20 lei

●

B. A. Juravliev — S. N. Lisiţin
Cartea tinichigiului
264 pagini 7,35 lei

Lei 7,10